博士論文

未来駆動型プロジェクト・ナレッジ・マネジメント
—開発設計におけるフロントローディング事例研究—

Shinichiro Nomoto

Supervisor: Professor Dr. Katsuhiro Umemoto

School of Knowledge Science

Japan Advanced Institute of Science and Technology

March 2012

Abstract

Design and R&D Departments are becoming busier and busier as customers have greater requirements and there is demand for shorter development times. With the recent downturn in the economy and restrictions on the amount of overtime that can be done, engineers have fewer man hours to put into design, research and development that is oriented towards the capitalization of technology and Knowledge Management.

To overcome these problems, various companies have been making progress with innovations to the development process by applying work methodologies such as concurrent engineering and frontloading. Methodologies such as concurrent engineering, frontloading and cross-functional teams have much in common in terms of how they ask how to create and transfer knowledge for the development project, while also reforming the development process at the same time. Recently, we have even since the emergence of an academic discipline called “Project Knowledge Management.”

This study builds on this previous work and looks at case studies of product development in four companies. The first case study examines design conception at the early stages of development and comprehensive application of DFx principles. The second case study is an example of innovations to create links between design and production technology. The third case study looks at the utilization of a technology road map. The fourth case study looks at the utilization of a Virtual operation manual.

Based on these four case studies, we then propose a “Future-Driven Model of Project Knowledge Management” for managing knowledge in projects that involve the development of products and technologies, by deducing the following four logical implications for the practice of project knowledge management in developing products and technologies: 1) to adopt concurrent practices that incorporate frontloading activities; 2) to involve more knowledge-creating team members in the project; 3) to incorporate the future-driven vision for the end goal as project knowledge; and 4) to recognize the necessity of simultaneously reviewing both the process and the mission.

This study’s findings contribute to the practice of project knowledge management by identifying the following four points as keys to success: 1) ascertaining the characteristics of the project (such as scale, degree of difficulty, experience, expansibility, business

type/category, and the ambition of the goals); 2) implementing After Action Reviews and pro-active training for the project leader; 3) understanding and improving the precision of the mid-term plan for considering the vision for the end-goal; and 4) reviewing and defining the mission, and implementing activities to improve efficiency as part of this process.

This study looked at businesses that assemble electrical appliances and other devices, a type of business where change is very rapid. It remains unclear just how applicable these results might be to other types of businesses, such as chemicals, pharmaceuticals or food businesses.

From that standpoint, one challenge for future research is a need to test and refine the logical model by looking at case studies for businesses other than assembly businesses. “The steady implementation of project After Action Reviews” has become a keyword in the project management field of late. The most important future challenge is to follow up this research in both theory and practice so that support for globalization and considering the trade-off between sharing knowledge and disclosing technology to outsourcing and alliance partners can be built into the model.

目　次

第 7 章 考察

第 8 章 結論

図一覧

第１章

第２章

第 3 章

第 4 章

第 5 章

表一覧

第 7 章

第 8 章

第 1 章 序論

1.1 研究の背景

1.1.1 はじめに

研究開発・設計の現場はここ 10 年の間で確実に変化している。それも，良くない方向への変化といえよう。

本来，研究開発・設計者（以下，技術者）は中長期，短期の両面で顧客の求めるもの，社会の求めるものに技術と創造を通じて貢献していくことがミッションであるにも関わらず，短期的なニーズにとらわれざるを得ない状況にある。つまり，目先の事業貢献に追われ，中長期的な志向ができなくなってきていることが全般的な最近の流れである。

また，トップ・マネジメントも中長期よりも短期的な事業成果を追い求めざるを得ない状況であり，開発費低減のために，技術者の採用を控え，賃金の安い，アウトソース，ODM(Original Design Manufacturer)等に頼ることも増えている。このことはソフトウェア開発のアウトソース先が国内のソフトハウスからオフショア先[1]といわれる中国，インド，ベトナムといった国々にシフトしていることからも垣間見られる。実はこのオフショアを進めるということは目先の賃金は下がるかもしれないが，仕様書の作成，打ち合わせを英語でやらないといけない，詳細フォローのために現地へ出張するといった作業も生じるため，トータルコストで考えると，必ずしもペイできているかというと，そうでもないという話もよく聞く。

㈱ 日本能率協会コンサルティング（以下，JMAC）にて過去 40 年に渡って実施している開発設計部門のマネジメント実態調査結果を見ると，その動向は顕著である。図 1-1 は開発設計・技術部門の人員の変化である。このグラフからわかるように，年を経る毎に技術者の人数が 10%程度減少，20%程度減少の割合が増加している。また，図 1-2 は市場や顧客から要請される開発期間短縮目標である。グラフからもわかるように，各企業は 30%程度の開発期間短縮要請に対応する必要に迫られ

---

[1] ソフトウェアのオフショアとは国内のソフトウェア開発を海外拠点に委託することである。人件費が安いという魅力で委託するが，最近は現地の技術がまだ不足しており，納期や品質に関するトラブルが少なくない。また，日本国内の技術の空洞化も懸念されている。

ている。30%の開発期間短縮を全ての開発テーマで実現するためには小改善レベルでは難しいといわれている。よって，開発期間短縮30%を実現するための体制変更も含め，検討していく必要がある。

図 1-1,1-2 からわかるように技術者の人数も減少,その中で開発期間短縮目標に追われるという状況下においては，確実に目先の事業貢献に追われる研究開発・設計に技術者が従事せざるを得ないということである。このような環境動向の中でも，中長期的な市場動向をふまえ，商品戦略，技術戦略に展開し，顧客貢献，競合への勝利をつかみとるために，ステークホルダーである顧客，協力会社，サプライヤーも巻き込みながら，実現するためのアクションを各企業は検討，取り組んでいかないと明日はない。

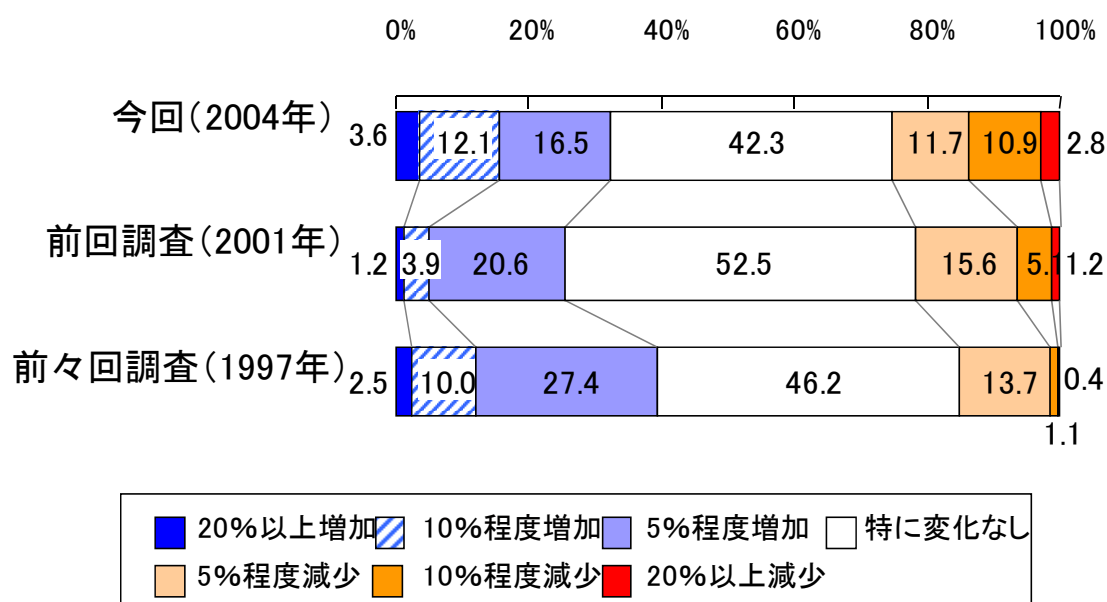



図 1-1: 開発設計・技術部門の人員の変化

出典:日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(2004)

1.1.2 なぜ開発期間短縮が加速したか

ここ 10 年間で業界によっては開発期間が半減したといわれるほど，開発期間短縮が加速したといわれているが，なぜこのような状況になったのかについて述べる。

最も大きい理由としてあげられるのは，

(1)顧客ニーズの多様化に伴う商品数の増加

(2)デジタル化[2]，モジュール化の加速

といえる。コモディティー化[3]が進み，一商品毎の販売数が以前ほど伸びないため，各企業は商品ラインナップ数を増やし，顧客の需要を喚起し，売上げを伸ばそうとする。そのため，新商品の回転数を増やし，結果的に開発期間を短くなるということである。

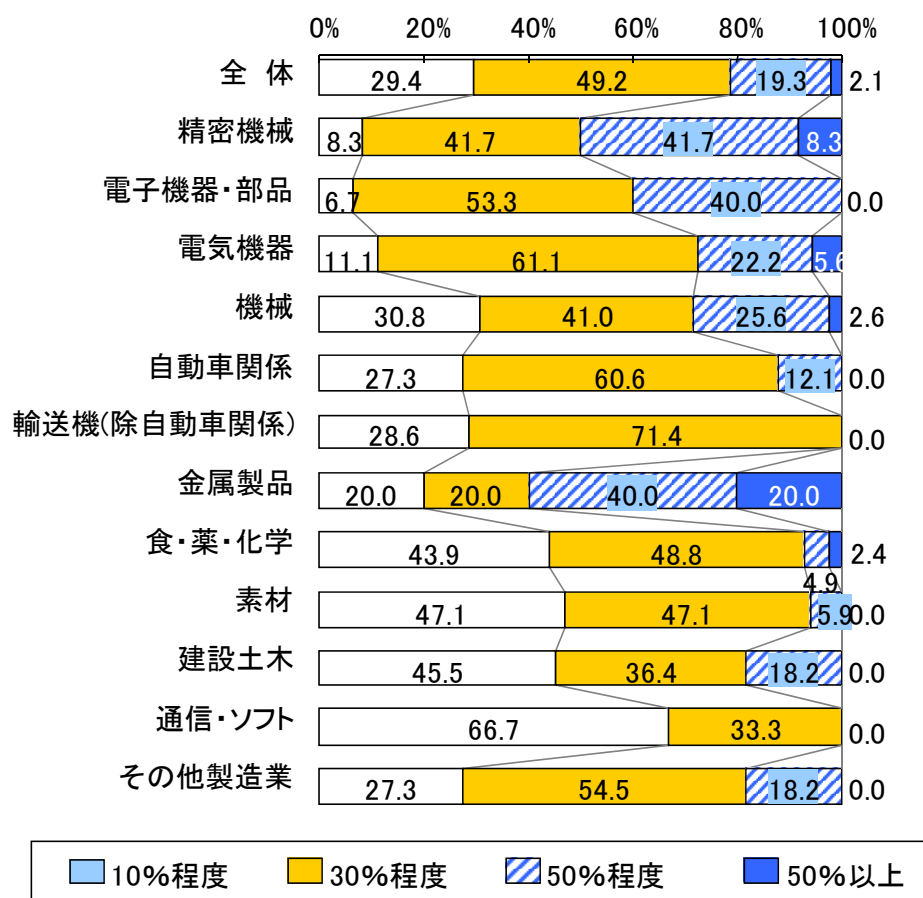



図 1-2: 要請されている開発期間短縮目標

出典:日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(2004)

また，自動車業界，電機業界を中心として，デジタル化，モジュール化が加速した

[2] オブジェクト，画像，信号（通常アナログ信号）を離散的な値で表現すること。デジタル化された結果を「デジタル形式」，画像であれば「デジタル画像」などと呼ぶ。デジタイズともいう。

[3] 品質，機能，形状，その他すべての属性が，標準化の進展，技術の発達，市場の発達，ライフサイクルの成熟化その他の理由によって安定的に均一化・共通（Common）化して，交換・代替が容易な普遍的（Universal）価値として確立した商品.

ことも，結果的に新興メーカーの業界参入障壁を下げることにつながり，結果的に開発期間短縮につながっているといえる。

電機業界の例をとってみる。テレビは従来，アナログ的な音質，画質で各社が競争してきたが，地上デジタル放送への切り替えに向け，テレビ自体のデジタル化も加速している。レコードから CD に切り替わる際に当初は，音質はレコードの方がよいといわれていたが，あっという間に CD に置き換わってしまった。つまり，アナログの良さを越えるデジタル化のメリットが見えた場合，ユーザーは確実にデジタル化にシフトするといえる。

これは開発設計の世界でも同様である。これまでアナログのある特定の設計者にしか実現できなかった回路設計技術が，汎用の LSI，部品として購入できるようになった。またパソコンに代表される基板，モジュールを購入することで，どの企業，新興国でもあるレベルのノウハウで新規開発費用を最小限にして，商品を開発しやすくなり，デジタル化が加速したことが一例としてあげられる。これは設備産業にもいえる。これまでは自社仕様にカスタマイズした設備を導入することで，他社に対する差別化を進めることができたが，汎用設備が高機能化したため，設備を購入することで，あるレベルの商品を生産できるようになったことにも当てはめられる。新興国ではそれに加え，日本をはじめとする先進国を徹底的にベンチマーク[4]し，安価な人件費にてコスト競争に持ち込んで成功している。このようにデジタル化の加速により，これまで事業参入できなかった企業が参入できるようになり，コスト競争，スペック競争から，製品のライフサイクルが短くなり，ますます開発期間を短縮して，新商品を出さざるを得ないという悪循環につながっている。

モジュール（module）[5]とは工学などにおける設計上の概念で，システムを構成する要素であり，「交換可能な構成要素」を表す。言い換えるといくつかの部品的機能

[4]ベンチマーキング（benchmarking）とも呼ばれる。製品，サービス，プロセス，慣行を継続的に測定し，パフォーマンスの良い競合他社やその他の優良企業のパフォーマンスと比較する。測定する尺度は顧客による企業のパフォーマンスの評価に直接，間接的に影響を与える。

[5] 「モジュール」とは，半自律的なサブシステムであって，他の同様なサブシステムと一定のルールに基づいて互いに連結することにより，より複雑なシステムまたはプロセスをこうせいするものである。そして，一つの複雑なシステムシステムまたはプロセスを一定の連結ルールに基づいて，独立に設計されうる半自律的なサブシステムに分解することを「モジュール化」，ある（連結）ルールの下で独立に設計されうるサブシステム）モジュール）を統合して，複雑なシステムまたはプロセスを構成することを「モジュラリティ」という。

を集め，まとまりのある機能を持った部品ともいえる。例えば，自動車生産の分野では空調用モジュールやドアモジュールなど，「それ自身が多くの部品を含んでいる，ひとかたまりの部品群」のことをモジュールと呼び，コンピュータの基板や半導体でもモジュールを活用するというモジュール化という概念が用いられている。このようなモジュールは，一定の規格に基づいて交換可能な状態で作られているので，内部設計が異なるモジュールを交換した場合でも，全体として問題なく動作することを目指す。このようにモジュールの語形が用いられる場合，「規格化されている」「交換可能である」「独立性が高い」「何かの部分である」などの意味が含まれ，入出力のインターフェースを標準化することがポイントとなる。

このモジュール化の概念を活用し，設計資産（仕様書，図面等のドキュメント，回路，設計ソース・コード等）の効果的活用，流用が進んでいる。半導体における回路データ/資産: IP[6] (Intellectual Property)，つまり設計のブロック/モジュールをベンダー[7]から購入し，組み合わせることで製品化できるようになったことも一例である。いくつかのデバイスを組み合わせ，基板上に搭載した状態でモジュールを販売することで，これまで事業参入していなかった企業も新たに事業参入できることにもつながる。

このようにデジタル化，モジュール化が加速し，これまではある限られた企業でしか設計，製造できなかった技術が汎用化し，

- 新興メーカーでも比較的簡単に参入できるようになった
- 価値の源泉が機能からコスト競争にシフト
- 顧客が安価に購入，買い替えできるようになった
- 高機能化もあいまって，顧客ニーズも多様化し，ちょっとしたスペックの違いでは売上向上につながらない
- 製品ライフサイクルが短くなり，１モデルあたりの販売台数が減少した
- 開発期間を短くして，新商品をたくさん出せるようにすることが求められる

といった状況を生み出し，結果的に他社よりもいかに早く新製品を市場に投入するか

---

6 LSI を構成するための部分的な回路情報で，特に機能単位でまとめられているものを指す。単に IP コアと呼ぶ場合もある。
7製品を販売する会社のこと。ここでは IP 等を販売する会社を指す。

という開発期間短縮競争につながっていっている(図 1-3)。

製品の高機能化が進み，ソフトウェアに機能を依存することも多くなり，それが結果的に人依存の設計につながり，品質に影響を及ぼすようになってきたことも，技術者の多忙感にもつながっている。

開発期間短縮は，開発の様々な部分に影響を与える。

- 仕様が確定する前に開発に着手しないと間に合わない
- 先行開発の完成度が低いまま商品開発へ技術転用される
- 試作回数の削減による品質玉成が遅れる
- 開発終了後に技術資産を整理する間もなく，次機種・商品開発にシフトするため，流用部分の不具合が発覚することがある

といったことである。

このような状況を打破するためにはもはや，既存の改善だけでは追いつかない。

デジタル化、モジュール化の加速
→これまで技術の無かった企業でも技術/部品を購入することで製品化が可能
ex..) LSI/IP化、モジュール/パッケージ基板化、装置導入により、そこそこの製品化が可能

価値の源泉が機能/スペックからスピード/開発期間、コスト中心へ
→このままでは新興国とのコスト競争になってしまう

開発期間が短いため、仕様が決まるのが遅れる
→強引な開発プロセス革新では限界

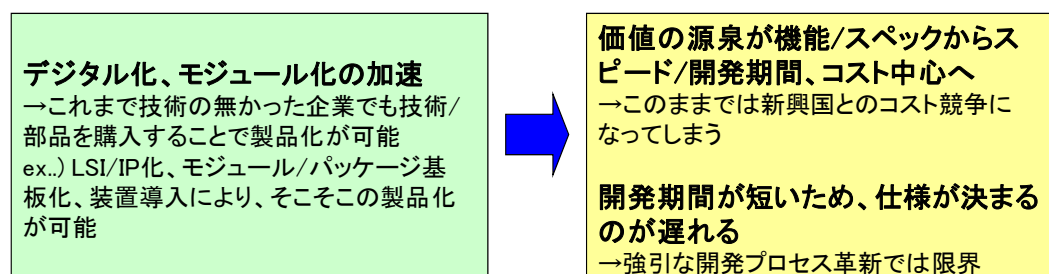



図 1-3: 開発期間短縮の背景

1.1.3 開発設計部門の現状と問題点

ここで開発設計部門の現場視点からの日本の製造業，エレクトロニクス・メーカーの現状を述べる。各社ではコンカレント・エンジニアリングは実践されているものの，1990 年以降の二度にわたる景気低迷による人員削減，顧客ニーズ多様化，市場要請による開発期間短縮への対応等により，疲弊しているのが現状である。また，最近ではグローバル化による海外企業の参入により，コスト競争が激化している。

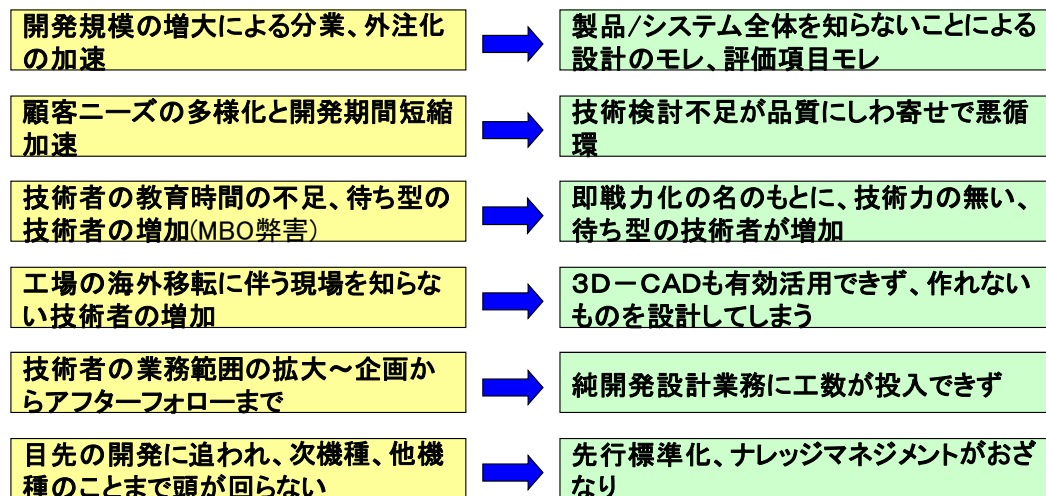



図 1-4: 最近の開発設計部門における現状と問題点

1.1.3.1 外注化，派遣技術者への業務委託加速

エレクトロニクス系の企業では，開発期間短縮と各商品のコストダウンを実現するために，ソフトウェア開発のアウトソース（外注化）を実施していることが多い。最近では中国，インド，ベトナムといったさらに賃金の安い国々のソフトハウス[8]に委託する例も多く見られる。これらはオフショアと呼ばれている。業務分担としては，親会社の技術者が商品企画，顧客対応，製品仕様を検討し，グループ企業のソフト・エンジニアリング会社が設計仕様を検討し，ソフト・ハウス（いわゆる外注）が詳細設計，プログラミング，単体評価，結合評価を実施していることが多い。その上でシステム評価は親会社やグループ企業が行い，出荷検査を実施した上で出荷しているような状況である。大規模なソフトウェア開発における人数構成比は，親会社，グループ会社，ソフトハウス各々で，1:10:100 といったこともある。このような形態で開発を続けてといると，下記のような問題点が浮かび上がってくる。

[8] ソフトウェアを開発・販売する企業のこと。特に，自社ブランドのパッケージソフトを開発する企業を呼ぶことが多いが，受託開発専門の企業も含めてソフトハウスという場合がある。数人から数万人まで規模は様々であり，ソフトウェアの開発だけでなく，システム・インテグレーションや IT 関連書籍の出版など，他の事業を展開している企業もある。

・親会社に入社した新入社員は，設計の経験無しで商品企画，顧客対応，製品仕様作成に対応している。このような状況では技術難易度，設計規模，プロジェクト・マネジメント上のクリティカル・ポイントは何かということに関して理解不足となり，リスク・マネジメントができない。また，市場トラブルが発生しても顧客，外注との伝達係にしかになれない危険性が高い。

・システム規模の拡大に伴い, 人数規模及び過去の経験領域で対応しているため，分業化が加速してしまっている。そのため，製品・システム全体を見渡した技術的なクリティカル・ポイント，評価項目の抽出を正社員が行えず，品質問題と技術の空洞化，流出が起こっている。

・外注の入れ替わりが激しいため，新しく入ってきた外注に一から技術，マネジメントを教えないといけない。ひどい場合にはいい外注がアサインできず，結果的に外注の新人を預けられ，手取り足取り教えることに追われてしまい，技術者が本来の業務に工数を投入できないケースも見受けられる。

・オフショア開発を進めることにより，見かけ上の人件費は削減できるが，仕様書の英訳化，オフショア先の実態を知るための海外出張の増加，文化の違いにより，ツーカーで仕事ができず，トータルコストで考えると，あまりメリットが無い場合もある。

・結果的に開発の源流で品質の作り込みができず，技術者がなかなか現商品のトラブル・シューティングから手離れできず，次機種の開発になかなか人員がシフトできない。

1.1.3.2 顧客ニーズの多様化と開発期間短縮

エレクトロニクス業界における顧客ニーズの多様化と開発期間短縮に関して考えてみる。パーソナル・コンピュータを例として上げると，1993 年に Intel 社が Pentium プロセッサー[9]を発売する前後から開発期間短縮競争が激しくなったといわ

[9] Pentium（ペンティアム）は Intel インテルが 1993 年に発売した第 5 世代の 80x86 アーキテクチャの CPU。および，そこから始まる一連の CPU のブランドの一つ。同社の第 4 世代の CPU である i486 の後継製品である。当初は 80x86 というシリーズの 5 番目として 80586 または i586 という名称が予想されたが，増えてきたインテルの製品と同じ商品名を競合他社が使用することを嫌い，商標登録を行うにも数字とアルファベットの組み合わせでは認められなかったことから，

れる[10]。それまでは半導体のプロセスの線幅の技術革新スピードがそこまで早くなかったため，新しいプロセッサーが市場に投入されるスピードはさほど早くなかったが，Pentium プロセッサーが投入される直前の第 4 世代といわれる 486DX2/DX4 プロセッサー投入時は技術革新が激しく，夏冬の商戦毎（家電ではクリスマスと夏休みがボーナス時期で大きな商戦となる）にクロック数がアップした CPU を新商品として搭載せざるを得なくなった。そのため，それに合わせたパソコンの開発が必要になり，過当な開発期間短縮競争が始まった。当時，先行開発を除くと開発期間は 1 年といわれていたが，最近は春夏冬商戦をターゲットとし，開発期間は 4〜6 カ月といわれている。また，開発機種数も当時の 2 倍以上といわれ，開発期間短縮だけでなく，複数開発テーマを同時に回す，マルチ・プロジェクト・マネジメントの重要性が問われている。

顧客ニーズの多様化については，開発機種数の多さからも垣間見られるが，顧客向けカスタマイズ, BTO(Built to Order)での商品の顧客提供といったところにもその影響が見られる。携帯電話を例にとると，一般用はもちろん，防水対応，中高年向け，ワンセグ TV 対応等，様々な顧客をターゲットした商品が市場をにぎわせている。このように市場が成熟し，1 機種あたりの販売台数が伸びない場合，様々な機種展開をし，技術部門はますます忙しくなる。

顧客ニーズの多様化と開発期間短縮の影響は，設計の各工程が終了する以前に次の工程がスタートするというコンカレント工程，つまり仕様が確定する以前に設計がスタートするというリスク込みでの推進が常態化することにつながる。また，以前に設計した機種のフィールド・トラブルまたは量産段階でのトラブル・シューティングに技術者は工数をとられ，かつ開発費削減のために少ない人数で設計することもあり，以前は時間をかけて作成していた設計ドキュメント・仕様書類は必要最小限のみの記述となり，仕様誤認識による手戻りも助長されることが垣間見られる。

---

5 を意味するギリシア語の Penta と要素を表すラテン語の ium からの造語 Pentium を名称に用いることになったといわれる。

10 Intel 社の Pentium プロセッサー投入前後の技術革新スピードは，プロセス技術の発達によるものが多いといわれている。ITRS(International Technology For Semiconductors)の Technology Roadmap は Moore の法則に則って描かれているが，もう限界が見えたといわれつつ，まだ技術革新は進んでいるのが現状である。

また，試作回数の削減はシミュレーション[11]頼りの設計につながり，シミュレーションのモデルの妥当性を知っているベテランはまだしも，若手はシミュレーションのモデルそのものを理解せずに使用していることがあるので，どこが実機と合っていて，どこが合いにくいのかということを知らずに設計し，結果的に検討モレを起こすことも多くなる。仕様が未確定のまま開発がスタートすること，工数不足から仕様書作成が中途半端になるということは，開発終了時に仕様書が完成されていない，開発途中での使用変更情報が仕様書修正につながっていないことになり，次の開発の際に誤った仕様書を見て設計せざるを得ない，または仕様書が信用できずに，全て実機やそのソース・コードを見て，前に開発された機種の仕様，設計思想を理解しなくてはならないといった工数増加につながってしまうといった悪循環につながってしまうこともよくある。

1.1.3.3 技術者の教育時間の不足

JMAC が 2004 年に実施した第 7 回開発設計技術実態調査，2005 年に実施した第１回技術人材教育実態調査[12]によると，若手技術者の Off-JT の教育時間は，ここ 10 年間で 1/3 になっているという衝撃的な状況となっている（表 1-1）。企業に入る前もゆとり教育の弊害により，教育時間が少なく（中高校はもちろん，大学での専門教育時間も不足），かつ企業に入ってからの教育時間も大幅に低下しているということである。エレクトロニクス・メーカーでは外注化が進み，技術の空洞化が叫ばれているのは前述したとおりである。CAD のオペレーション教育，ソフトウェアの言語教育といったことはなされても，“設計思想の考え方教育”，“仕様の検討方法教育”，“工場設備を加味した設計教育”，“デザイン・レビュー教育”，“評価項目抽出教育”といった設計の根本的な教育は，ついた先輩からの OJT にまかせきりになってしまっているということが常態化してしまっている。改めて，設計とは何か，何

[11] ここでいうシミュレーションとは，一般的に CAE: Computer Aided Engineering といわれる。コンピュータ技術を活用して製品の設計，製造や工程設計の事前検討の支援を行うこと，またはそれを行うツールのことを指す。有限要素法，境界要素法，テスト・プログラム等がそれにあたる。

[12]第１回技術人材教育実態調査では教育の種類を Off-JT: Off the Job Training（研修，座学等による通常の業務中に行われるのではない，どちらかというと企業主催の教育），OJT: On the Job Training（通常業務中に行われる教育，指導），自己啓発（自分自身のために自ら進んで学ぶ教育）に区別している。

を考えないといけないのかという教育を考えていく必要がある。技術者の教育はOJT でしか成り立たないと言われる方も多いのも事実であるが，Off-JT でも様々な工夫をすれば，十分身になる教育ができる。また，新人だけでなく，2〜3 年目の技術者にも継続的に教育をし続けていくことが求められているといえよう。技術者の人員も年を追うごとに減少している企業も多いと前述したが，開発期間短縮と顧客ニーズの多様化とそれに伴う開発テーマの増加は，若手技術者に教育よりも現場での即戦力化と分業化を進めることになる。その結果，Off-JT 不足に伴う技術力低下と合わせ，品質にますます影響を与えるのはいうまでもない。

ますます，開発設計の根本的な部分の教育の重要性が問われている。

表 1-1: 技術者の Off-JT 教育時間の推移

出典:日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(2004)

	新人層	中堅層	ベテラン層
2004年調査	16日 （N＝206）	8日 （N＝206）	6日 （N＝204）
2001年調査	23日	9日	6日
1997年調査	32日	8日	5日
1994年調査	41日	9日	5日

1.1.3.4 現場を知らない技術者の増加

各企業の中国，新興国への工場進出はますます加速し，最近では自動車系，食品系のメーカーはタイへ，ソフトウェア開発はインド，ベトナムへと，諸外国への進出は製造だけでなく，技術部門にも及んできている。海外への進出が進むとまず，技術者の海外法人やアウトソース先に対するフォローアップ業務が確実に増加する。従来，図面，仕様書類は日本語で作成すれば良かったものが，現在は英語でも記述・作成しなくてはならない。現地研究開発・設計部門，工場立ち上げ支援のための出張業務増加，また拠点によっては時差を考慮せねばならないため，日本から

テレビ会議，電話会議といった手段を活用しても必然的に残業時間が増加することになる。また，工場が日本に無いために，自分が設計したものが，工場の工程でどのように流されるのか，どうすると組み立てにくいのか，組立コストがどのように発生しているのかといった生産技術力を保有することは，日本に工場が無くなってから入ってきた技術者にとっては難しい。

エレクトロニクス・メーカーでは中国や東南アジアに製造工場をおくことが多いため，金型設計・製造や成形も同様に中国や東南アジアのメーカーを活用することが多くなる。金型設計・製造や成型委託にあたっては，3D-CAD を活用することが多い。海外の金型設計・製造，成型委託メーカーとの連携においては，

① エレクトロニクス・メーカーの設計者の図面の完成度が低いことによる手戻りが生じることがある。
② 一見，部品間の干渉問題もなく，うまく設計できたように見えても，公差の取り方，寸法の入れ方等，現場レベルでの細かな問題点が反映されておらず，結果的に製造できない設計図面が常態化している。
③ エレクトロニクス・メーカーの設計者と金型設計・製造や成型委託メーカー, 工場との意思疎通/コミュニケーション不足による設計思想伝達ミス，指示のヌケモレが発生することがある。
④ 3D データの変換時のトラブル（エレクトロニクス・メーカーの設計と金型設計･製造や成型委託の 3D-CAD のソフトウェアが完全互換で無いための変換トラブル）が発生することがある。

といった問題をよく聞く。

また，海外立ち上げのための技術者の海外出張，単身赴任による日本の技術部門の空洞化，技術力低下，うつ病の増加なども度々報告され，これも悪循環に拍車をかけている。

これらを解決するためのアクションは必須である。

表 1-2 はこれまでの日本･海外企業の中国への進出パターンのトレンドである。2000 年代以降は R&D，サービス機能も積極的に中国進出が始まっている。そのためにも今後は海外の工場やサプライヤーの現場を知っている，またグローバル意識の高い日

本の技術者を意識して育てていくことが求められる。

表 1-2: 日本・海外企業の中国への進出パターンのトレンド

出典: 関(2003)他を加工

	1980年代 （総合商社中心）	1990年代 （製造拠点中心）	2000年代 （R&D、サービス）
特徴	・「日本企業、外資系企業＋華人企業」のアライアンス開始 ・華人企業の政府との親密性と情報入手の容易性	・外国企業は中国側の大型国有企業と合弁する（中国側の技術力が低い） ・中央省庁との人脈形成と優遇措置 ・富裕層はまだまだ少ない	**・富裕層の出現、民間新興企業の台頭** **・一般の消費者を顧客とした商品開発、技術開発、サービス開発が事業成功の秘訣**
主要進出企業	商社中心の進出 （日本企業では、 ・三菱商事 ・三井物産 ・丸紅 等）	・米モトローラ、IBM ・独シーメンス、VW、BASF ・日本の大手家電企業 （松下、ソニー、日本ビクター、シャープ、日立、パイオニア、富士通ゼネラル等）	**・エリクソン、マイクロソフト、GM、ノキア** **・トヨタ、ホンダ、NEC** **・スターバックス** **・オフショア活用も加速** **★IBM、シーメンスは今でも人気企業**

1.1.3.5 技術者の業務範囲の拡大

開発設計者/技術者の業務範囲の拡大も指摘されている。日本の製造業では 1990 年代の「失われた 10 年」[13]時代において，特に間接スタッフである生産技術担当や品質保証担当の人員を削減してきたという歴史がある。この影響から，他部門に比べ，比較的リストラクチャリング人数の少ない開発設計部門，技術部門に業務が集中することになる。

- 中国工場進出による生産技術者の削減に伴い，設計者が生産技術フォローも行わざるをえない

[13]日本における失われた 10 年はバブル景気崩壊後の 1990 年代中期から 2000 年代前半にわたる不況の時代を指す語である。複合不況や平成不況とも呼ばれる。1991 年ごろから始まった「失われた 10 年」（平成不況期）は，1999 年から新世紀にかけての IT バブルを経て，2002 年 1 月を底とした外需先導での景気回復により終結した。しかし，この不景気の期間は日本経済史上最長となった。

・ 品質保証部門の人数削減，技術力低下，高年齢化により，フィールド・トラブルについても設計者が対応せざるをえない
・ 顧客ニーズ多様化に伴い，設計者も本格的にマーケティングを実施
・ IT 化の加速による付帯業務の増加（出張申請・報告，出張手配対応，報告資料の増加，庶務担当の削減によるオフィス業務の増加，品質マネジメントシステムだけでなく，環境対応，CSR 対応等の増加による監査対応等）

によるメイン業務である開発設計業務に工数がかけられないといった技術者の悲鳴が聞こえる。これについては組織，ミッションの見直しを進め，業務分担，スキルアップ・プランと実施につなげていくことが求められる。

1.1.3.6 目先の開発機種に追われる

日本における失われた 10 年はこれまでの先行開発にもパワーをかける日本の技術開発に悪影響を及ぼした。事業部制の導入や四半期毎の収益管理の重視により，先行開発テーマが後回しにされることもある。

また，技術部門への目標管理制度導入もこれに拍車をかけた。目標管理制度は個人毎の目標であるため，チーム貢献業務がなかなか評価されず，結果的にナレッジ・マネジメントや改善業務が後回しになってしまっている。その結果，目先の収益重視になり，また開発テーマの増加と開発期間短縮に対応せねばならず，また技術資産の不足している中で研究開発・設計業務となり，ますます多忙になるといった負のスパイラルに陥っているといえる。

日本企業は元々，基礎研究よりも応用研究，開発設計が得意と言われてきた。しかし，これまでの欧米との知財闘争，ロイヤリティーの支払い実態をふまえると，基礎研究の充実が求められることはいうまでもない。そのためにも基礎研究を充実し，知財を充実させた上で，事業化につなげてきたいところであるが，基礎研究結果をビジネス展開する前に資金が枯渇し，事業化できないという「死の谷」[14]問題も相変わらず解決されていない。

---

[14]研究開発の成果が具体的な事業化・製品化に結びつかないことが多い。この研究開発と事業化の間にあるギャップを”死の谷”と呼ぶ。研究開発の内容もさることながら，事業化に結びつけるための施策検討が大きな課題となっている。

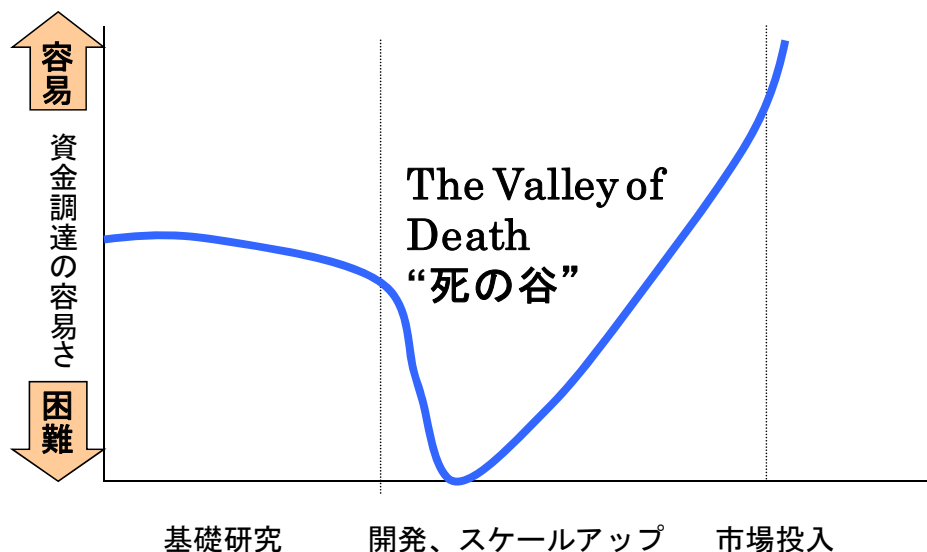



図 1-5: 死の谷

出典: NIST（米商務省標準技術院）発表資料

企業によってはこのような状況に危機を感じ，革新活動に転じているケースも聞く。松下電器(現パナソニック)では従来の事業部制を廃止し，カンパニー制[15]を取り入れ，かつ各事業部のLSI設計者の一部を集約し, 各製品で共通で使用できるLSIを開発し，それを使い回すことで，共通部の開発効率化，LSIの共通化によるコストダウンを図った（図 1-6:松下電器におけるデジタル家電統合プラットフォーム UniPhier[16]）。

auの携帯電話開発，自動車開発においてもプラットフォーム概念を取り入れ，開発効率化とコストダウン，多機種展開に対応する体制を構築している。このような共通

15カンパニー制という言葉は，もともとはソニーが事業部制を改革する際に用いた造語といわれる。カンパニー制は，事業部制を進展・補正させたものであるが，最大の違いは，バランスシート経営の導入にある。従来の事業部制では，予算と損益の管理はしっかりと行われていたが，事業採算の重大な要素である資本と資産の使用コストについてはあまり考慮にいれられてこなかった。ソニーでは，資産を各カンパニーに割り振ると同時に，各カンパニーの資本金を設定，それ以外の必要資金は本社からの借入れとみなす仕組みとした（配当目標も定める）。つまり，１つの会社として独立採算度を高め，それぞれの投資収益性をよりシビアに評価して，次代の経営者育成に役立てようというのがカンパニー制の狙いである。

16 松下電器はデジタル家電に何より重要である顧客が期待する商品を効率よく開発し，タイムリーに提供するために，商品群を横断する統合プラットフォーム（共通基盤）を導入し，ソフトウェアとハードウェアの共用と再利用化によって，開発効率かと設計品質を飛躍的に向上することを狙った。この統合プラットフォームはUniversal Platform for High-quality

部分の開発を集中化することで，各カンパニーは価値業務に集中できる。しかし，このような活動に積極的に取り組んでいる企業はまだまだ少ないのではないか。

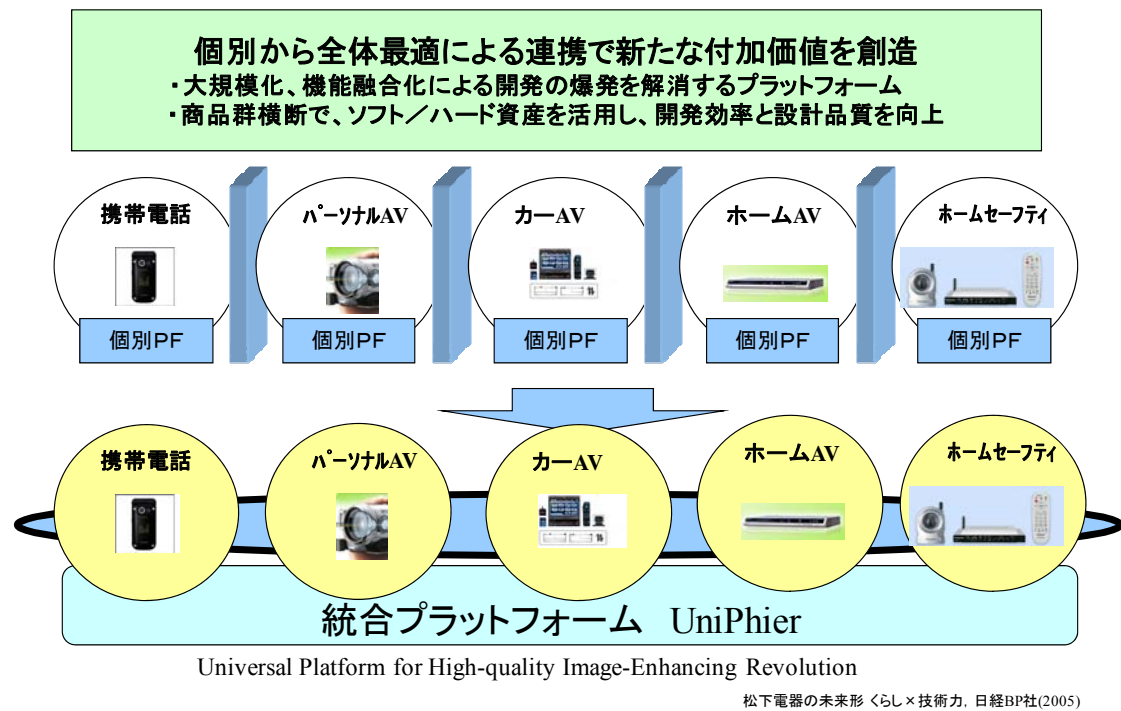



図 1-6: 松下電器のデジタル家電統合プラットフォーム UniPhier

出典: 日経 BP 社(2005)

開発期間短縮を実現するために，コンカレント・エンジニアリングが提唱されてきた。詳細の説明については先行研究・文献レビューに譲る。

これまで，各社でも様々なコンカレント・エンジニアリングの取り組みを実施されてきている。

コンカレント・エンジニアリングでは開発工程を並行化するため，並行化以前と比べ，

・仕様確定前の開発スタート

・全開発終了以前の評価スタート

Image-Enhancing Revolution の略をとり，Uniphier（ユニフィエ）と名付けられた。

が余儀なくされる。これはコンカレント・エンジニアリングを意識せずとも，日常的に開発現場で見られる状況である。

最近の開発期間短縮要請をふまえると，これらは避けられないが，このような状況を受け入れた上での開発計画・工程立案が必要であり，このような場面に対応できるマネジメントスキルを持ったメンバーが必要になることはいうまでもない。
プロジェクト・マネジメント/PMBOK(A Guide of Project Management Body of Knowledge)的には開発計画，リスク・マネジメントができるメンバーをアサインできればよいが, そのようなスキルアップ教育が過去から実施されているかというと, OJT にまかされており，かつ人依存が強い状況といえる。

1.1.4 まとめ

- デジタル化，モジュール化を起点とした開発期間短縮と顧客ニーズの多様化
- システム，開発対象の大規模化，複雑化
- 競争の源泉がスピード，コストへシフト

が加速していることはいうまでもない。そこでこのような環境動向に積極的に立ち向かう必要があるにも関わらず，様々な環境動向や失われた 10 年による投資がかけられないという理由から

- 先行開発への工数投入ができない
- 分業化の加速
- 技術者への教育不足
- 開発費を抑えるために技術者の人員を抑える，外注化の加速
- 技術者の慢性的多忙
- 開発期間短縮を実現するための強引な試作回数削減
- グローバル対応商品を求められているにも関わらず，顧客研究をする時間が取れない

という状況となり，結果的に

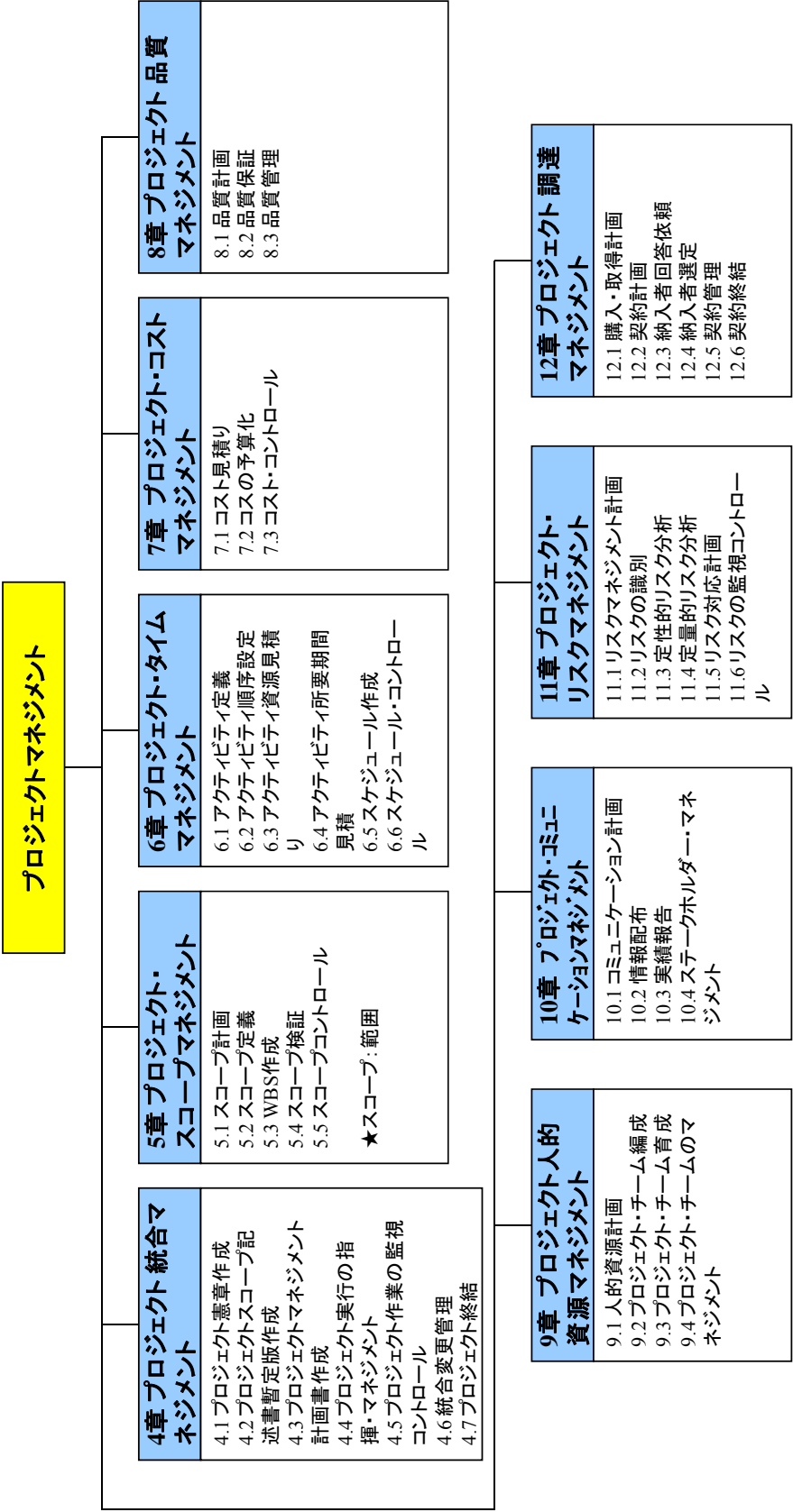



図1-7: プロジェクト・マネジメントの知識エリア(PMBOKの構成)
出典: Project Management institute(2004)

・品質問題の増加
・コスト対応力の不足（これまでの積み上げ式のスペック検討では，人件費が低く，日本を徹底的にベンチマークした新興国に負けてしまう）
・先行開発をふまえた新商品投入不足
・目先のスペック向上のみの商品開発

といった悪循環につながっている。
これらを解決していくためには，多面的な施策が必要である。
例えば,

・自社/自部門のコア価値を徹底的に意識し，価値のある業務に徹底してフォーカスし，アウトソース，アライアンスできる業務はできる限りアウトソースを効果的に行う。
・先行開発/要素開発の完成度を上げ，商品開発とパラレルに推進するための作戦を考える。そのためには要素開発担当が始めから市場・顧客を意識し，研究開発・設計を進められるためのバックアップ，環境づくりも必要である。
・仕様は最初から全て決まらないことをふまえた開発プロセスを検討する必要がある。

これまではシステム仕様の検討が終了してから，機能仕様の検討に入るといったシリアルなプロセスであったが，開発期間を短縮するためには全ての仕様が決まっていなくても走り出さないといけない。そのためには仕様の変更可能性の予測と仕様変更に強いアーキテクチャの検討が求められる。
そもそも，製造業のミッションは，顧客の欲しい商品・技術を

・できるだけ速く
・お客様の喜んでいただける仕様の製品を提供する

ことであるから，開発期間短縮対応することはいいことであるが，行き過ぎにより，提供側のデメリットばかりが加速するようではまずい。

よって，顧客への価値提供を実現でき，かつ企業側のメリットにもなる開発期間短縮を行うことがポイントである。

最近，コンカレント・エンジニアリングを進めるための系統的アプローチとしてフロントローディングが改めてキーワードになっている。

フロントローディングとは，“開発源流段階に知恵を投入し，手戻りの防止とリスクアセスメントを充実させること”である。フロントローディングと開発工程の並行化を進めるためには，部門のミッション/機能見直しとそれを実現できるメンバーのスキルアップとチーム力が必要となる。そうでないと，単に開発源流段階の工数のみが増加し，結果的に技術者の多忙感のみになってしまう，いわゆる「フロント・ヘビー」になりかねない。

また，1 プロジェクトだけのフロントローディングを進めるだけではなく，全プロジェクトをフロントローディングさせるためには技術ロードマップ等のツールを活用しながら，中期的な視野を常に見据え，プロジェクト間の技術資産も融合させていくアプローチが必要である。これは，最近提唱されているプロジェクト・ナレッジ・マネジメントに通じる考え方である。

コンカレント・エンジニアリングはプロジェクトの大きさ，業種・業態によっても取り組み方は大きく異なる。大規模プロジェクト型，小規模複数プロジェクト並行運営型では大きく進め方，考え方は異なるということである。また最近は，グローバル化，他社とのアライアンスも加味して考える必要もある。

本研究では中期的な視野を常に見据え，プロジェクト間の技術資産も融合させていくアプローチを通じ，クロスファンクショナル・チーム，コンカレント・エンジニアリング，フロントローディングとプロジェクト・ナレッジ・マネジメントについての事例研究を行う。

1.2　研究の目的とリサーチ・クエスチョン

本研究の主要な目的は，製品開発におけるプロジェクト・ナレッジを他のプロジェクトにトランスファーするための効果的な方法を明らかにすることである。過去の製品開発プロジェクトのナレッジ，将来，未来に実施される予定のプロジェクトで検討すべき事項・情報等を効果的に活用し，現行プロジェクトにおいて，フロントローディング，コンカレント・エンジニアリング，クロスファンクショナル・チーム的な思

想を活用しながら，プロジェクト全体に効果的にナレッジを展開していくか，また，他プロジェクトに展開していくか，そこではどのような相互作用や関係形成が行われているかを複数の事例から検証し，一連の過程についての理論的モデルを導出する。

製品開発におけるプロジェクトにおいて，設計者または関連するステークホルダーはナレッジをトランスファーしながらプロジェクトを進めている。その中では重要なナレッジ・マネジメント的な行動をしているが，特に「プロジェクト・ナレッジ・マネジメント」に関して意識せずに行動していることがほとんどである。意識せずに行動しているとすれば，それを意識的に，理論的に考察し，実践できれば，プロジェクトの成功比率は確実に向上するはずである。

研究設問（リサーチ・クエスチョン）は次のとおりである。

MRQ(メジャー・リサーチ・クエスチョン)
フロントローディングを使う開発設計部門において，プロジェクト・ナレッジ・マネジメントはいかに行われているのか？

SRQ(サブシディアリ・リサーチ・クエスチョン)
SRQ-1: 知の視点から見たフロントローディングの本質は何か？
SRQ-2: 従来型のプロジェクト・マネジメントとどこが異なるのか？
SRQ-3: なぜフロントローディングは必ずしもうまくいかないのか？

1.3 研究の方法

本研究は，複数の事例を対象とする事例研究(マルチ・ケーススタディ)である[17]。研

[17] Yin(2002)は，社会科学における５つの調査戦略「実験，観察，資料分析，歴史研究，ケーススタディから構成」の１つとしてケーススタディを位置づけている。これら調査戦略において共通して言えることは，これらの戦略は相互に関連しあっていること，同時にリサーチ・クエスチョンの特定が調査の最初のステップになることである。リサーチ・クエスチョンが，適当な研究手法を決めるとした。また，Yin はケーススタディを，「実社会における環境の中に存在するあ

究戦略としては，①開発設計部門における典型的な事例を対象とすること，②マルチ・ケースを 4 事例検証すること，③事例の中に埋め込まれたケースの共通性を検討することにより，研究の正当性と妥当性の確保に努めた。

事例は製造業 4 社のプロジェクト・ナレッジ・マネジメントへの取り組みである。具体的には 2004 年から 2009 年に実際に取り組まれた製品開発，技術開発の事例であり，(1)電機メーカーにおける開発初期段階の設計構想と DFx の充実事例，(2)電機メーカーにおける設計と生産技術の連携革新事例，(3)デバイス・メーカーにおける技術ロードマップを活用した事例, (4)電機メーカーにおける仮想取扱説明書を活用した開発上流での品質作り込み事例である。製造業では開発期間短縮の加速と顧客ニーズの多様化をフロントローディングで解決するために，

・開発初期段階でいかに仕様を早く決め，かつリスク・マネジメントを行いながら並行化した開発を行うか

・IT ツールをいかに効果的に活用するか

・中長期的な戦略に則って，プロジェクトをマネジメントするか

は重要課題である。上記のフロントローディングのパターンを本研究における 4 事例は満たしており，代表性，典型性の与件を備えている。

本研究においては，一方で先行研究のレビューを通じて，重要な関心事を設定し，事例分析の枠組みとしても一定の参照をしつつ，他方ではデータをもとに事例の全体像を探りながら重要な論点を発見的に形成するアブダクション[18]の研究パラダイムも

る特定の現象を調査する手法であり，その環境と現象の関係性が明確にできない時に適する手法」，「関心の領域がデータ収集地点より多い時に対応する手法」，「複数の論証源に準拠することができる手法」，「事前に確立された理論からデータ収集･分析へ結び付けていくことに秀でた手法」と定義し，加えて，リサーチ・クエスチョンとの関連を考慮に入れ，ケーススタディをリサーチに実際に使用すべき状況として①How，Why のリサーチ・クエスチョンが提起されるとき，②調査者が該当事象をコントロールできないとき，③研究対象が実社会での事象におけるある特定な現象を対象とするとき，だと指摘している。また，事例研究において，シングルケースは，①既存理論の更なる実証及び適用範囲の拡張を目的とした場合，②類似事象が少ない場合，③(事前に科学的分析が行われていない萌芽的事象を対象とした場合においてその優位性を持つとし，一方マルチ・ケースは，再現性の高さがその特色(但し，サンプリングロジックではない)とし，それにより研究成果の一般化という視点で見た場合優位性が高いとした。

[18]パースは人間の推論には演繹と推論とアブダクションの３つの形式があるのだと指摘した。アブダクションとは，驚くべき事実 C が観察される。しかし，もし H が真であれば，C は当然の事柄であろう。よって，H が真であると考えるべき理由があるという推論形式である。

採用している。参考事例として，2004 年，2007 年に株式会社日本能率協会コンサルティングが実施した第 7 回，第 8 回開発設計マネジメントに関する実態調査結果も活用し，モデル構築型の事例研究を行う。

本研究の事例データは，2005 年 5 月から 2008 年 9 月まで 4 社にて実際に推進された製品開発・技術開発テーマに関しての実プロジェクト・メンバーへのインタビューをベースとしたフィールド・ワークによって収集した[19]。データはこれらの活動を通じた参与観察のフィールド・ノーツ，e メール，プロジェクト・データベースや会議の記録等をベースとし，解釈の妥当性を図っている。

事例分析の解釈は本事例の重要なインフォーマント 4 名に事例の記述についてのレビューを依頼し，データの正確性を担保している。問題点や追加点を指摘された部分については解釈の再検討を行っている。

以上のような研究方法，データ収集，分析手法に立脚した質的評価[20]，トライアンギュレーションにより，質的事例研究としての正当性，妥当性の確保を図っている。

1.4 論文の構成

本論文の構成は次の通りである。

第 1 章(本章)では研究の前提となる筆者の問題意識とともに，研究の目的，研究の意義，研究の方法を述べる。第 2 章では，本研究の関連領域の先行研究レビューを行う。第 3，4，5，6 章では，事例分析を行う，第 7，8 章では，考察，結論の章として，本研究の発見事項をまとめ，理論的含意を導出するとともに，理論的モデルを提示し，加えて，実践的含意と活用方法についてのモデルを提示し，最後に本研究の限界と課題，今後の研究方向性を述べる。

---

19 筆者は 4 社にマネジメント・コンサルタントとして，プロジェクトの助言を求められる形で各種打ち合わせに参加し，適宜，プロジェクト・メンバーへのインタビューも行ってきた。当初，アクション・リサーチの可能性も検討したが，戦略的介入は難しいと判断し，事例研究とした。社会学のフィールド・ワークにおいては，観察者のフィールド介入は回避できない問題とされており，介入された事象に対し，改めて客観的な視点での解釈を行うべく，努力した。

20 Hammersley (1998)は，質的研究論文の備えるべき基本的な構成について論じ，その後で，評価基準として「妥当性」と「関連性」の２つの柱を提案している。

第２章 文献レビュー

2.1 はじめに

本章では，1980 年代後半以降に登場してきた今日的なプロジェクト・マネジメント手法であるクロスファンクショナル・チーム，コンカレント・エンジニアリング，フロントローディング研究を中心になぜこのようなマネジメント手法に着目されてきたか，またそれが今日のプロジェクト・ナレッジ・マネジメントに継承されてきたかといったことを広い視座からレビューする。本研究の関係領域は，(1) クロスファンクショナル・チーム，(2)コンカレント・エンジニアリング，(3)フロントローディング，(4)プロジェクト・ナレッジ・マネジメントの 4 つの要素から構成される(図 2-1)。この要素を主軸に関連する研究領域を含めて，主要な先行研究を見ていく。

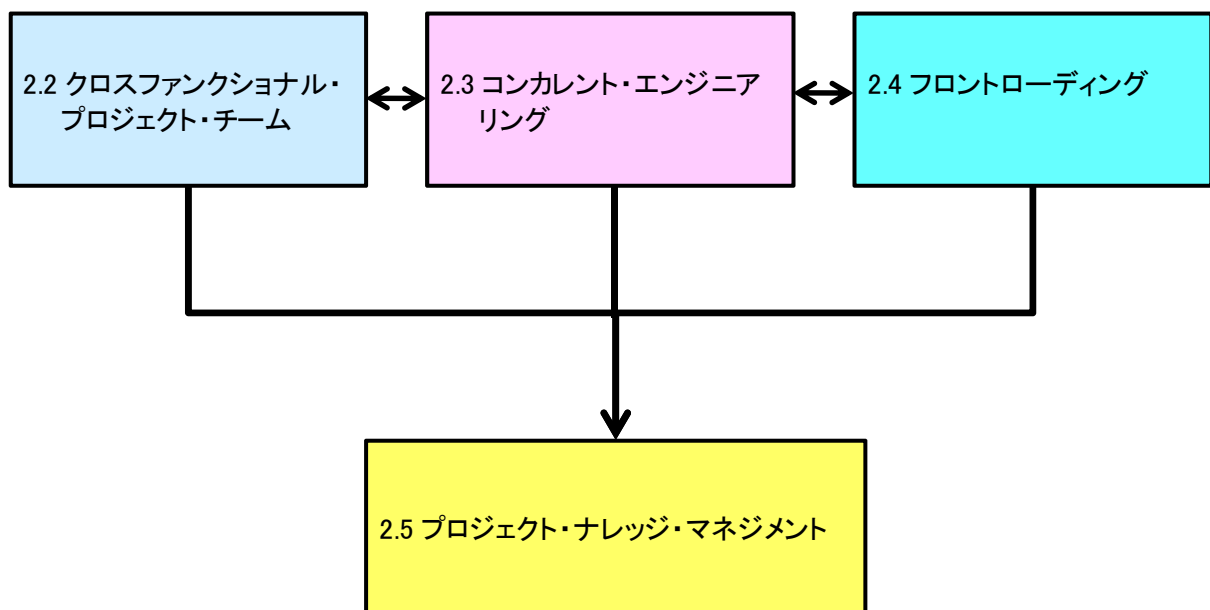



図 2-1: 本研究の関係領域

クロスファンクショナル・チーム研究では，本研究が起こってきた背景，日産自動車での取り組み，クロスファンクショナル・チームを取り入れている事例等から諸研究を概観する。

コンカレント・エンジニアリング研究では，本研究が起こってきた背景，ボーイン

グ社における 3D-CAD を活用した事例，日産自動車等の事例から諸研究を概観する

フロントローディング研究は主に日本で実践されていることが多いため，藤本による研究，東芝やトヨタ自動車における取り組み事例，といったものを中心に概観する。

プロジェクト・ナレッジ・マネジメント研究はまだ，取り組みが始まってまだ日が浅い学問といわれている。よって，Milton(2009)の研究を中心に概観していくことにする。

2.2 クロスファンクショナル・チーム

2.2.1 クロスファンクショナル・チームとは何か

クロスファンクショナル・チーム(以下，CFT)とは，部門横断的に様々な経験・知識を持ったメンバーを集め，全社的な経営テーマについて検討，解決策を提案していくことをミッションとした組織をいう。形態としては部署として常設する場合と，プロジェクトとして一時的に立ち上げる場合がある。そもそも，CFT 関する取り組みの研究がスタートしたのは，コンカレント・エンジニアリング同様，アメリカが日本の製品開発の強さの秘密の研究の中から出てきた概念といわれている。日本は以前から職能横断的(クロスファンクショナル)な異質性を持つプロジェクト・チームにより，イノベーションを起こすことに成功している。例として，富士ゼロックス，ホンダ，日本電気，エプソン，キヤノン，マツダ，松下電器が上げられている。このことは以前より，CFT の概念は日本にあったということである(Imai, Nonaka & Takeuchi, 1985)。また，Made in America (Dertouzou(1989))の「製品開発プロセスにおけるチームワーク」という章の中でも，「アメリカの自動車メーカーでは，作業の各段階を担当する一連の製品開発チームと複数のマネジャーを登用するのが典型的である。まず，製品のコンセプト段階に一チーム，次に基本設計段階に一チーム，さらに別のチームが，プロセス技術の段階から実際の生産まで担当するのである。要員は，プロジェクトがある段階から次の段階に移るごとに変わる。このため，車体設計，動力伝達装置の設計など様々な機能分野と，全体の製品設計のあいだの調整機能は，往々にして弱かった。」と書かれている。ここからクロスファンクショナル的な開発を進める日本に学ぶことがスタートしたのではないかと思われる。

2.2.2 日産自動車のクロスファンクショナル・チーム

1999 年 6 月，不況にあえぐ日産自動車に資金援助を行ったフランス・ルノー社からカルロス・ゴーンが COO として赴任した。この際，会社が直面している様々な問題を打破するため，日産リバイバル・プランをゴーンは立ち上げ，その解決手段の一つとして，CFT を立ち上げ，検討にあたらせた。アメリカが以前に日本から学習した手法が逆輸入されるというのは皮肉なものである。日産自動車での取り組みの詳細は，『ルネッサンス 再生への挑戦』 カルロス・ゴーン(2001)に書かれている。ブラジルでの苦しい経験がゴーンのマネジメントの手法を作り上げ，スピードと正確な分析の重要性を学び，さまざまな分野の人々が，部門や職務の壁を超えて一堂に会し，活発な議論を交わし，それぞれの部門に染みついた「昔ながらのやり方や慣習」を変えるために，ゴーンは９つの CFT を立ち上げた。取り組んだテーマは，①事業の発展，②購買，③製造・物流，④研究開発，⑤マーケティング・販売，⑥一般管理費，⑦財務コスト，⑧車種削減，⑨組織と意志決定プロセス――である。さらに，リバイバル・プラン発表後に設備投資の項目が加わった。

各 CFT は 10 人余りのメンバーで構成された。CFT は決断を下す組織ではなく，提案を行う組織であり，実際に決断を下すのは経営委員会である。CFT では 3 カ月間ミーティングを重ね, 計画を作成した。結果的に数百人の社員が計画作りに携わり, 2000 件のアイデアが CFT で検討されたということである。その後，日産は V 字回復したことは有名である。日産自動車の他には，GE のワークアウトやシックスシグマ活動は CFT にあたるといわれている。

2.2.3 クロスファンクショナル・チームと業務チームの違い

Lindborg(1997)は「クロスファンクショナル・チームの基礎」の中で，通常の業務チームと CFT の違いを下記のように挙げている。

・チームの部門又は部署の関与，見解，そして専門知識なしにはチームの目的が達成できない。

・チームは数人の“オーナー”に関係する問題，又はプロセスに焦点を当てる。つまり，現場の監督者又は管理者が責任を持つ複数の領域が影響を受ける。

・チームのメンバーは，様々な部門，部署又は専門分野の出身である。

・チームの成果は，組織からチームに送り込まれる人材にかかっている。
・CFT は，組織の学習に貢献する。組織の自己理解及び将来の業績にチームとして貢献する。

また，CFT チームが必要とする必須事項を下記のように定義している。

・チームを企業目標に整合させるための経営者のコミットメント
・企業の方向性，及びチームの資源を確立する効果的なシステム
・チームのプロジェクト及び人材の注意深い選択
・経営者のためばかりでなく，チームのためのシステムの考え方
・企業及びチームの価値観の理解
・プロジェクト計画立案における，成果の評価も含めたチームを効果的に機能させるために必要なスキルの開発
・意思決定プロセスが正式に支援している対人能力の開発
・チームを組織に整合させておくためのコミュニケーション・ループ
・成果についての継続的なゴールで達成をたたえることによって支えられる
・チームの仕事を評価するための，組織，チームリーダー，及びメンバーによるコミットメント

部門ごとに存在する知識や手法などを横断的に流通させ，組織全体の機能を強化する役割を持つという意味で，CFT は意義があるとしている。

2.2.4 クロスファンクショナル・チームの誤謬

マッキンゼー・アンド・カンパニーの門永(2003)は「ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス」の中で，以下のように CFT に取り組む日本企業に警笛を鳴らしている。

・誤謬 1: CFT は新しい経営手法である

日本企業はかつて，CFT に相当する組織能力を備えていたが弱体化してしまった。また，新製品開発プロジェクトでは CFT はやりやすいが，現業の変革の際は，各部署のエゴが出るため，難しい。

・誤謬 2: 日本人はチーム・ワーキングが得意

個人責任と相互責任の必要性を明確にしつつ，個人の成果の総和よりもチームの成果が高くなるようにすること。

・誤謬 3: CFT の推進組織となる部門を明確化し，任せる

チームの共通の目標を立て，合意しておかないと，リーダーシップを取った組織主導の目標と活動にプロジェクト/ワーキングが陥ってしまう。

・誤謬 4: トップ・マネジメントは CFT の後援者である

CFT を成功させるためのトップ・マネジメントの役割は，①通常の活動では達成できない高度かつ具体的な目標を設定する，②高度な目標を達成するための新機軸を打ち出す，③コミットメントを続ける，④CFT メンバーをどう気づける演出を工夫する。

・誤謬 5: 将来有望な若手社員を核にチームを編成する

若手だけでは決していいアウトプットは期待できない。リーダーには活動力のある中間管理職をおくこと。

・誤謬 6: CFT メンバーは専任でなければならない

CFT メンバーは専任であるにこしたことはないが，兼任でもよいから積極的に活動参加させること。

・誤謬 7: CFT メンバーには金銭的に報いるべきである

日本的 CFT では成果が出たところで，報酬，昇進といった評価をするとよい。

・誤謬 8: CFT が解決策を考え，ラインはこれを実行する

CFT が考える施策は難問が多いはずなので，ラインまかせでなく，CFT メンバーも実現方法の検討で実行も行うべきである。

また，門永はトップダウンのみのクロスファンクショナル活動でなく，アップ・アンド・ダウン活動，カンパニー横断のクロス・ディビジョナル・チームについても提案している。

CFT は創発の場とも解釈できる。伊丹(1999)は場を生成するには，「場の設定マネジメント」，「場の創発マネジメント」があるとしている。創発のマネジメントの例として，ホンダの設備選択の場を上げている。創発の基盤と能力三倍論というきっかけが合わさり，設備選択の場が生まれたとしている。またこの場を成立させるためには，

自由，信頼，情報共有が必要と述べている。つまり場に参加するメンバー間で創発が生まれるためには，いくつかの条件が必要というわけである。

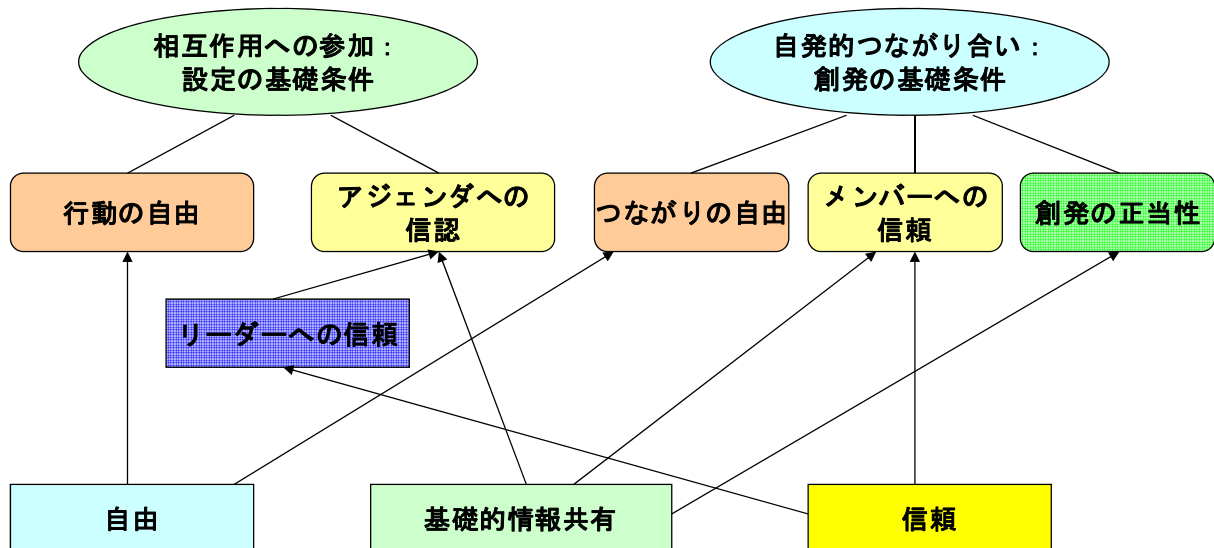



図 2-2: 場の生成と創発のマネジメント

出典: 伊丹(1999)

2.3　コンカレント・エンジニアリング

2.3.1 コンカレント・エンジニアリングとは何か

コンカレント･エンジニアリングはアメリカが 1986 年から 2 年という時間をかけ，アメリカ，日本，ヨーロッパの 200 社におよぶ企業を訪問調査し，その比較調査から作成した政策提言[21]をベースにして，日本型の開発期間短縮のアプローチを系統的に整理した概念というのは前述したとおりである。

コンカレント・エンジニアリングとは，

製品及びそれらに関連する諸過程（製造及びサポートを含む）を一貫

[21] 本提言は，マサチューセッツ工科大学のポール・グレイ総長の問題提起，「事態の打開と改変のためにアメリカができることは何か」という点を起点とし，各分野にわたる第一線級の専門家三十数名からなる特別委員会によって進められた。これらは日本語訳もされ，「Made in America」として出版されている。国家を上げ，改革を起こすという取り組みは学ぶべき点である。

して，並行的にデザインするための系統的なアプローチである。このアプローチの目的は，開発者に，発案から廃棄に至るまでの製品の全ライフサイクルに含まれる全ての要素（ー品質，コスト，スケジュール及びユーザーの必要条件ー）を最初から考慮するようにさせることである。IDA レポート R-338(1988 年 12 月)

と定義されている。

コンカレント開発（コンカレント・エンジニアリング） ＝ 並行化開発

開発設計業務を、並行化・源流化することで、開発期間短縮・効率化を狙うと同時に、商品力アップ、品質向上、コストダウンなどの効果を実現するための開発手法。プロセスの並行化の概念。

コンカレントエンジニアリングとは、製品及びそれらに関連する諸過程（製造及びサポートを含む）を一貫して、並行的にデザインするための系統的なアプローチである。このアプローチの目的は、開発者に、発案から廃棄に至るまでの製品の全ライフサイクルに含まれる全ての要素（ー品質、コスト、スケジュール及びユーザーの必要条件ー）を最初から考慮するようにさせることである。
IDAレポートR－338（1988年12月）

コンカレント開発成功のためのポイント
●単なる並行化にとどまらず、重複・類似業務削減、商品力強化、品質向上、コストダウン、開発期間短縮などの成果を狙った工程改革プランを立案する
●開発に関する情報、途中段階の状況を、関係者が共有化できる工夫をする。
●改革プランを実現するための、各関係部門・各関係者の役割を見直し、革新する。
●工程並行化に伴う手戻りリスクをできる限り早く抽出し、対策を打つ

図 2-3: コンカレント・エンジニアリングとは

そもそもコンカレント・エンジニアリングが必要とされてきた背景について，斉藤(1993)が「実践コンカレントエンジニアリング」でわかりやすい記述をしているので，抜粋する。日本と限定しているものの，外資系の大手企業にも当てはまることが多い。

日本の製造業では，研究開発と製造工場が別組織になっている場合が多い。ほとんどの場合，取締役レベルから完全に分かれている。そればかりでなく，物理的にも離れている場合が多い。別会社になっている例すらある。製造工場も多くの協力工場や

関連企業に分散されているのが普通である。

研究開発と製造工場の間は生産技術エンジニアにより細々とつながれているにすぎない。このイメージを表したのが図 2-4 である。

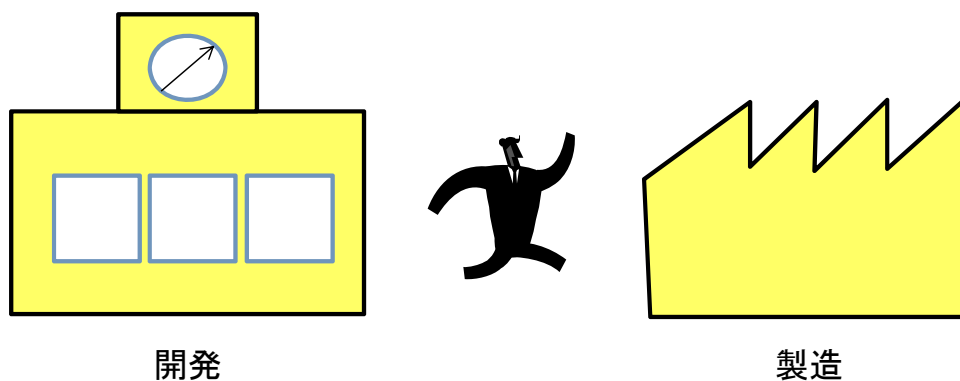
ここでは研究開発と製造工場が完全に分離独立しており，新製品開発が開発部門の閉じた世界の中で完結し，完成した製品の設計図が製造部門に渡される。製造部門はもらった設計図に合うように苦労して工程を設計する。開発部門と製造部門との仕事はシリアル(時系列的)につながれており，ほとんどお互いに影響し合わない。

研究開発と製造工場は組織的にも物理的にもお互いに分離独立しており、
その間は生産技術エンジニアの努力により細々とつながれている。
この状態では狙い通りの品質、コスト、納期を達成することは困難である。

図 2-4: 分離独立した開発と製造工場

出典: 斉藤(1993)

研究開発と製造工場がこのように遠い関係になっていたのでは，製造のノウハウ，工程にあった新製品開発はできない。開発された製品を製造で立ち上げるために多くの時間が必要とするのもでなく，狙い通りの品質，コストは達成することはできない。

この製造と開発の関係を改善し，近づけたのが図 2-5 の左側である。ここでは例として物理的に密着させた絵にしてある。しかし物理的なことを言っているのではない。研究開発と製造の関係が近づきお互いを理解し合うことが容易になると，情報交換もより密になる。

関係が近づき個々のエンジニア，担当者の努力により改善されるが，そこには限界がある。そこで，つぎのステップは仕事の仕組み，これをサポートする環境も含め開

発と製造が真に有機的に協力し合い，協調して研究開発が進められる形である。このイメージを表したのが図 2-5 の右側である。コンカレント・エンジニアリングの第一のイメージは，有機的に一体化した開発と製造である。

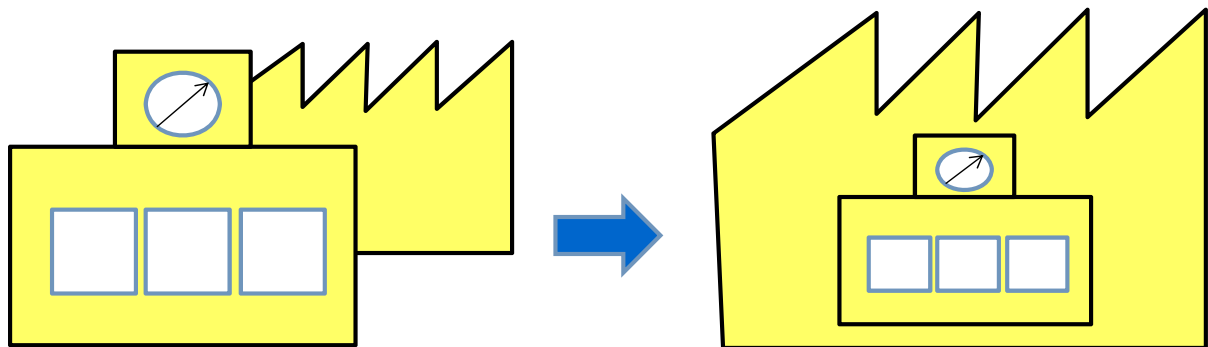
工程を並行化させるという意味で，富士ゼロックスでは”sashimi system”ということもある(1996 野中，2004 梅本)。

開発と製造の関係が近づくことにより情報交換も改善され、お互いに協力しやすくなる。
さらに開発と製造の仕事の仕組み、開発環境、製造システムが有機的につながれ、統合化されることにより、真に効果の上がるシステムが実現する。

図 2-5: コンカレント・エンジニアリングの第 1 のイメージ

出典: 斉藤(1993)

この中の「研究開発と製造の関係が近づきお互いを理解し合うことが容易になると，情報交換もより密になる。」が工程を並行化させるだけでなく，情報を密にすることに真の成果を狙うポイントである。

一方で，根城・島田・石橋(2001)は，一般にコンカレント・エンジニアリングは「企画や研究成果を素早く製品に結びつけるために，開発，設計，試作，生産を並行して行うこと」と述べている。「並行化のメリットを享受するためには，並列化されたタスクの依存関係をできるだけ少なくするように設計することが大切になる。もし相互の依存関係が強ければ，一方の問題が他方に影響を及ぼしたり，ボトルネックが発生しやすくなったりする。また，安易な並行化はかえって組織の壁をつくり，最終段階で整合性の問題を引き起こす。プロセスの並列化のためには，初期段階で十分な設計，及びプロセス間での情報共有化と整合性の検証が重要なポイントとなる。」と警告し

ている。これがフロントローディングの思想が出てきた背景につながっているといえる。

鈴江(1992)は，コンカレント・エンジニアリングを進めるにあたり，

①　クロスファンクショナル・アクション(機能交差点)
②　コンカレント・プロセス&マネジメント
③　コンカレント・エンジニアリング・ツール

という 3 つの基本要素と，

④　開発支援のための技術情報管理ツール
⑤　マルチ・ジョブ・マネジメント
⑥　CE マネジャー，エンジニア教育，育成

という 3 つの基本条件を上げている。

コンカレント・エンジニアリングという概念を具現化するにあたり，上記のような視点を持ち，かつこれらを構成要素として持たないと，実務に適用することは難しいということである。

① クロスファンクショナル・アクション

クロスファンクショナル・アクションは 2.2 で述べたクロスファンクショナル・チームが実施するアクションということである。

鈴江(1992)は開発期間短縮と開発の多テーマが分業化を加速し，機能分担から役割分担になっていることが問題と説いている。

例として，新部品の購入単価の策定と社内加工・組立費を見積もることを上げている。

一般的に新部品の購入単価は資材担当が，社内加工・組立費を見積もるのは生産技術担当と役割分担されているが，図面を書きながら採用部品を検討し，かつ作りやすさを考慮し，加工･組立性を同時検討することが良いと定義すると，設計，生産技術，資材担当が協働検討することが最も望ましい姿であるにも関わらず実施できていないことが多い。これを実現するためにも組織横断で，ク

ロスファンクショナル・アクションを行うことを提唱している。

② コンカレント・プロセス&マネジメント

コンカレント・プロセス&マネジメントを実現するためには,

・源流化

・並行化

・クロスファンクショナル化

・製品開発プロジェクト・マネジメントとチーム・マネジメント

を提唱している。

源流化はフロントローディングのことである。これについては次章に譲る。

並行化については，機能で業務を分析し，並列処理化を進めることと，所要時間の長いもの，不確実性の高いテーマは，並列処理化を進めることがポイントとしている。

クロスファンクショナル化は前項のクロスファンクショナル・アクションをプロセスに反映させることである。

製品開発プロジェクト・マネジメントとチーム・マネジメントについては，製品の特性に応じて，プロジェクトやチームの運営方法を変えるとしている。

③ コンカレント・エンジニアリング・ツール

コンカレント・エンジニアリング・ツールは設計の IT ツールのことでなく,コンカレント･エンジニアリングを適用するための現状分析法やマネジメント手法のことである。

④ 開発支援のための技術情報管理ツール

これはコンカレント・エンジニアリングを効果的に進めるための IT ツールのことである。CAD/CAM/CAE 等もこれにあたる。

⑤ マルチ・ジョブ・マネジメント

開発設計者は複数の開発テーマを抱えていることが一般的である。よって，一つのプロジェクトのコンカレント計画だけでなく,複数のプロジェクトをマネジメントする必要がある。

⑥ CE マネジャー，エンジニア教育，育成

コンカレント・エンジニアリングを進めるためには，クロスファンクショナル･アクションを進めることが必要になる，それを主導するスキルを持つ必要

があるということである。

鈴江(1992)の考える上記 6 つの視点を図 2-6 に示す。

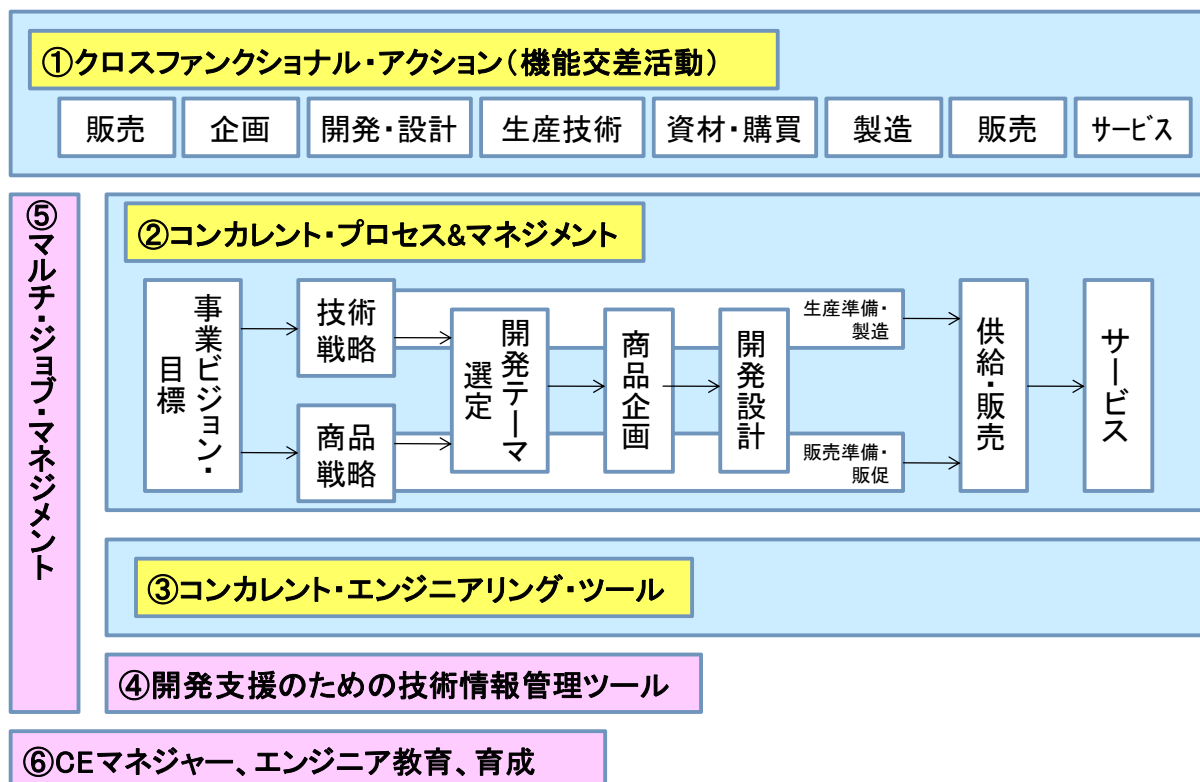



図 2-6: 製品開発革新のための CE 体制づくりと改善活動概要図

出典: 鈴江(1992)

2.3.2　3D-CAD の活用とボーイングの 777 事例

「情報技術の進展はものづくりの世界にも大きな影響を与えつつある（Adler, 1989）が，その中核技術の一つが 3 次元 CAD 技術である。1980 年代に商業化された，ソリッド・モデラーと呼ばれる新世代の 3 次元 CAD を利用すれば，原理的には，新製品開発プロセスを流れる製品情報をすべてデジタル情報として一元的に表現することが可能となる。そのことが，製品開発における情報転写活動のスピードと効率，精度を向上させ，結果として，開発期間と設計品質を大幅に改善することにつながるといわれる。」と述べている。

Clark and Fujimoto(1990）は，「製品開発のプロセスは，製品コンセプトに内包さ

れた情報がスケッチとして描かれ，設計図へと具現化され，それがさらに金型や治工具へと転写されるといった一連の情報転写プロセス」ととらえることができるとしている。設計者は，デザイナーによるデザイン情報を解釈したうえで，それを設計図面へと転写する。さらに金型設計者は，設計図面情報を解釈して，それを金型図面として表現する。この設計情報が 3 次元ソリッド･モデルとして定義されると，設計情報の曖昧性が著しく低下する。すべての設計情報が 3 次元データとして一元化され，それが各部門で共有化されれば，原理的には伝達ロスなしで上流から下流へと送られ，部門間の情報転写にかかわる情報転換作業や，すり合わせ作業の工数を大幅に削減することが可能になる。それが，開発リードタイムの短縮と開発工数の削減をもたらすとしている。デジタルデータとして定義された製品情報は，様々なシミュレーションにも利用でき，結果的に開発期間短縮，設計品質の向上，開発コストの低減，開発効率の向上に効くという意味で，コンカレント・エンジニアリング推進の重要なツールとなっている。

また，後工程で予測される問題を，開発の初期段階で集中的に解決するために，生産部門や金型部門，品質保証部門，サプライヤーなど後工程にかかわる人々を集めて，前倒しで問題解決を行い，初期段階の設計図面に品質を作り込む方法も易しくなる。これがフロントローディング思想につながっていることもいうまでもない。

青島(2001)はボーイングの 777[22]開発プロジェクトのコンカレント・エンジニアリングについて研究を行っている。

B777 開発プロジェクトでは，前世代の B767 プロジェクトとは全く異なる新しい開発手法を導入した。従来の旅客機開発というのは機体メーカー主導で最高の性能を求めて開発を行い，コスト積み上げて価格が決められていたが，1979 年の航空自由化を転機に航空機メーカー間の競争でも性能一辺倒から価格・コストが重要な要因になってきた。そこで，ボーイングは過去の開発，特に B767 開発のレビューを徹底して行ったところ，開発・生産の労働コストの約半分が設計変更や設計エ

[22] Boeing 777/ボーイング･トリプルセブンはアメリカのボーイング社が開発したワイドボディ双発ジェット機である。777 の翼幅，胴体長は 747-400 をも凌ぐ程で，双発機としては世界最大である。エンジンも巨大かつ強力で，その直径はボーイング 737 の胴体に匹敵する程である。着陸装置と装着されるタイヤも旅客機としては非常に大きなものである。2 本の主脚はそれぞれタイヤを 6 個備えており，このことからも 777 の巨大さが伺える。ボーイングの民間旅客機部門では初の「6 輪ギア」となった。メインデッキ下の貨物室が大きく，旅客だけでなく貨物でも収益が

ラーから生じており，B767 開発では，ドアの設計だけで 13,000 件以上の設計変更や設計ミスがあったことがわかった（Sabbagh, 1996）。特に開発プロセスの後半において起きる設計変更の開発コストや開発期間に対する影響は大きく，設計変更が多いことは飛行機の初期品質にもマイナスの影響を与えていた。そこで設計変更もしくは設計エラーをいかになくすのかが開発上の最重要課題となった。

そこで，B777 では開発に 3D-CAD「CATIA[23]」を導入し，25 万点にも及ぶ部品全ての設計データを 3 次元 CAD データとして定義し，一元管理を行った。これは，これはデジタル・プロダクト・デフィニション（DPD)と呼ばれ，コンピュータ上で仮想組立や解析が同じデータを用いて行うことができるようになりフルスケールのモックアップを全面的に廃止し，デジタルデータによる仮想組立（DPA: digital pre-assembly）を可能にした（Sabbagh, 1996）。ボーイングは 777 の設計チームに合計 2,200 台のコンピュータ端末を配布し,それらは全て 8 台の IBM のメインフレームコンピュータに接続され，データを共有し，B777 開発に参加した日本の機体メーカー5 社とはコンピュータ・テクノロジー・インテグレイタ社（本社名古屋）にあるホストコンピュータを介して設計データのやりとりを行った。また，3 次元ソリッド・モデルとしての設計情報の一元化は様々な効果をもたらし，NC プログラムや治工具設計ができるようになった。また，DPA は，設計エラーの多くを占める干渉問題の早期解決に役立った。

B777 開発では開発プロセスの初期段階から，構造設計，装備設計，資材，生産技術，製造，品質保証，マーケティングなど様々な部門の人々が集まってチームを組んで，治工具設計や製造上の用件，品質保証，メンテナンスなど下流工程での要件も含めて総合的に検討してその結果を設計図面に反映させている。こうしたチームはデザイン・ビルド・チーム（DBT: design build team）と呼ばれ，顧客であるエアラインもしばしば参加した。この思想は Working Together と呼ばれているが，まさにクロスファンクショナル・チームであり，コンカレント・エンジニアリングで

得られる飛行機である。

[23] CATIA: グループ・ダッソーの一員でフランス最大のソフトウェア会社であるダッソー・システムズが開発したハイエンド 3D-CAD ソフトである。CATIA は，1981 年の同社創立以来の看板商品で，リリース以来プラットフォームを IBM メインフレームから UNIX ワークステーション，Windows PC と変えながら四半世紀以上を生き永らえている。Computer graphics Aided Three dimensional Interactive Application の頭文字をとったといわれている。

ある。

B767 と B777 の開発プロセスは図 2-7, 2-8 である。

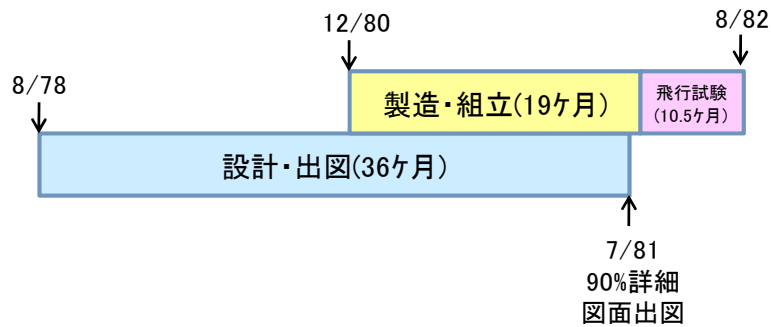



図 2-7: B767 開発プロジェクトの開発リードタイム

出典: 青島(2001)

青島の調査では, B777 開発では結果的に B767 開発より開発期間は若干延びたものの以下の大きな成果が得られたとある。

・設計者の誤認による図面変更回数: 約 30%削減

・部品取り付け時の不具合: 約 70%削減

・NC プログラミングミスが 1/10 以下

・フルスケールのモックアップ全面廃止

・引き渡し当初の定時出発信頼性が 85%から 98%へ

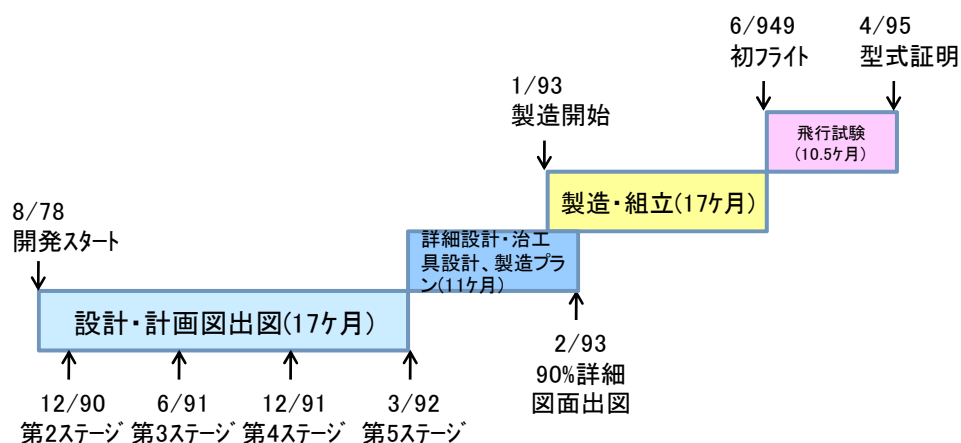



図 2-8: B777 開発プロジェクトの開発リードタイム

出典: 青島(2001)

当時，日本は 3D-CAD のようなコンカレント・ツールを保有していなかったため，日米を比較すると日本は IT ツールに頼らない機能横断的，部門横断的な情報交換を元にしたコンカレントを行っていた。今では同等のプロセスで進められていると考えられるが，顧客ニーズへの対応性については，日本の対応力の方が高いといわれている。

2.3.3 その他の企業での取り組み

(1)日産自動車の取り組み

日産自動車でのコンカレント・エンジニアリングの取り組みについては，津田(2004,2005)が発表している。過去からコンカレント・エンジニアリングに類する活動は実施されていたが，1980 年代後半から 90 年代初期には，マトリクス組織[24]と二階建て品質表[25]によるコンカレント・エンジニアリングを展開した。その際に，各機能の開発ステージごとの参画度合い/コンカレントを表したのが，図 2-9 であり，自動車開発計画の概要が図 2-10 である。図 2-10 は 80 年代のプリメーラと 2000 年代初期のティアナの開発を比較して，CE を発展させ，試作回数を半減し，開発期間短縮 30%程度を実現している。

これらの事例研究から当時と最近の日産自動車のコンカレント・エンジニアリングの取り組みが垣間見られる。

---

24 機能別，事業別，エリア別など，異なる組織形態の利点を掛け合わせ，同時に達成しようとする組織形態のこと。マトリクス組織では，縦横の利害調整が課題となる。例えば，エリアの予算と製品の予算があり，どちらかが達成できない場合の調整をどうするのかという場合などである。このような労力がかかるが，組織としては複眼的な牽制機能が働くともいえ，緻密な経営管理には適している。

25 QFD（Quality Function Deployment：品質機能展開）とは 1978 年に水野滋，赤尾洋二氏により体系化された手法であり，顧客に満足が得られる設計品質を設定し，その設計の意図を製造工程までに展開することを目的としている。QFD 実施の際に品質機能展開表を作成する。これは提供する製品の設計段階からの品質保証を目的とした設計アプローチ方法である。これをマトリクス組織に適用し，二階建て品質表とした。

図 2-9: 1990 年代初期の各機能の開発ステージごとの参画度合い/コンカレント

出典: 津田(2005)

年 | −4 | −3 | −2 | −1 | 1
月 | −4 | −10 −7 −4 | −10 −7 −4 | −10 −7 −4 | 1−3 4−6

プリメーラ（80年代末期）
提案・承認: ﾌﾟﾗﾝﾆﾝｸﾞｾﾝﾀｰ解説 ◎ / 商品構想 ◎ / モデル ◎ / 商品計画 ◎ 承認 / モデル ◎凍結 / 発売前総合報告 ◎ / 発売後総合報告 ◎
開発: 先行試作出図 / 試作 / Dロット試作出図 / 試作 / Cロット試作出図 / 試作 / 正規出図 / 修正手配 / 工試 / 1生試 / 2生試 / 生産 / 発売・発表 / 29ヶ月 / 23ヶ月

ティアナ（00年代初期）
提案・承認: 商品ｺﾝｾﾌﾟﾄ会議（開発戦略決定） / 商品会議 / プロファイル（PPM） / 商品会議 / モデル承認 / COO−DDM（Go with one） / 商品承認 / プロファイル（PDM） / コントラクト（PPM） / 凍結 / 商品計画承認（PDM） / ﾈｰﾐﾝｸﾞ･ｺﾐｯﾃｨ / PCMPR / ｱﾄﾞｺﾐｯﾃｨ
開発: 試作 / 正規出図 / 修正手配 / 工試（前半）（前半） / 生産 / 約24ヶ月 / 約18ヶ月

●: ゴーン氏が議長を務めた／出席した会議 ▲: ペラタ副社長が議長を務めた会議 ■: 中村常務が主催した会議

図 2-10: 2000 年代初期の開発プロセス

出典: 津田(2005)

(2)シャープの取り組み

シャープも日産自動車同様，縦と横のコンカレントと呼ばれるマトリクス組織によるコンカレント・エンジニアリングを実践している。また，緊急プロジェクトという取り組みも有名である。1977 年，シャープ独自の開発制度として知られる「緊急プロジェクト・チーム（緊プロ）」が誕生した。 社内横断的な技術が必要な緊急開発テーマについて，通常の研究開発とは別に，各事業部や研究所から最適の人材を集め，社長直轄チームで取り組む，他社に例を見ない柔軟な開発組織である。

各事業部の技術を融合させ"連合軍"の強みを発揮できるのがポイントで，今では常識となったフロントローディングタイプのビデオの開発を皮切りに，両面レコード自動演奏ステレオ, 音声入力ワープロなどの画期的な商品を次々に生み出し，注目された。最近の電子システム手帳，液晶ビジョン，左右開き冷蔵庫などのヒット商品も緊プロから誕生したものである(ホームページより)。

2.4 フロントローディング

2.4.1 フロントローディングの概念

パソコンや DVD プレーヤーの機器の前面の光ディスクが飛び出すトレイもフロントローディングというが，製品開発プロセスの分野でフロントローディングという場合は，開発プロセスの初期段階(フロント)に負荷(工数，知恵)をかけ(ローディング)，作業を前倒しで進めることをいう。

JMAC では FF プロセス革新プログラムとしてコンサルティングを行っている。FF プロセス革新は，開発の上流段階での知恵のフロントローディングにより，「自由度が高く，創造性が発揮しやすい開発の上流で，最適な方法を思考する」ことを目指した開発プロセスマネジメントの方法論としている。具体的に上記を実現するために例えば，開発初期段階で「仮想カタログ」を作成することで，仕様の先行検討・検証，商品のバリエーション展開，評価項目の先行検討により，量産バラツキのパラメータの事前検討といった知恵のフロントローディングを行っている。

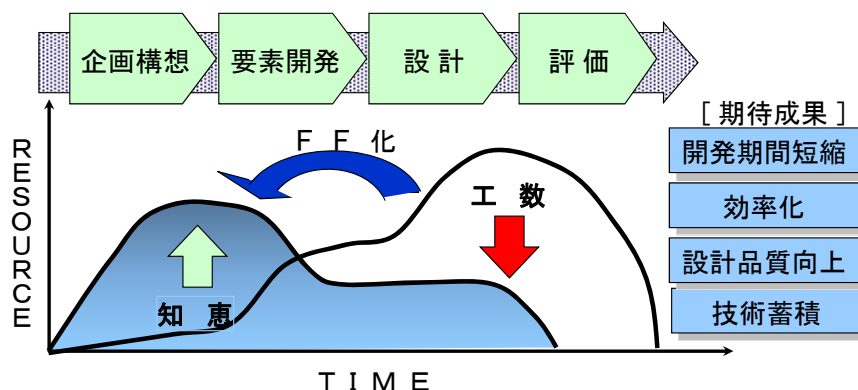



図 2-11: JMAC の提唱するフロントローディング

出典: 日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(1997)

藤本(2001)は著書「生産マネジメント入門Ⅱ」の中でフロントローディングについてアカデミックな観点から詳細に述べているので，抜粋させていただく。

開発期間の方策の一つとして，「クリティカルパス上にある活動の繰り返し回数を減らすこと」，特に時間を食う開発後半での「設計変更」の回数を減らすことである。むろん基本は，地道な努力によって「設計変更」(問題解決サイクル)の繰り返し数を減らすことであるが，これはそう簡単にいかない場合どうするか。

ひとつの有効な手段は，開発の初期段階で，より多くの問題解決サイクルをあらかじめ回しておくことによって，開発後半における，より手間のかかる設計変更の繰り返し回数を減らすという方法である。

開発の初期(フロント)により多くの「仕込み」(ローディング)を行うことで，後半の問題解決負荷を減らして，全体の期間短縮をするという意味で，「フロントローディング」(front-loading)と呼ばれる。フロントローディングは，「モード切替[26]」と「反

[26] モード切替: 藤本は期間短縮のアプローチの一つとして，これまで実物試作とその評価に頼っていた問題解決プロセスを CAE のようなサイクルの短いシミュレーション・モデルに切り替え

復削減[27]」を組み合わせたような期間短縮策である。その基本は，スピードの速い問題解決モードによる開発努力を早い段階に集中させることであり，後期における「精度は高いが時間もかかるシミュレーション」(例えば実物試作)の反復回数を減らし，全体としての期間短縮につなげるというものである，というものである。90 年代半ば以降，自動車開発では最も注目されるようになった手法といえる。

前半に集中投入すべき，スピードの速い問題解決モードとしては，①過去のプロジェクトで生み出した解を今回のプロジェクトに流用することと，②コンピュータ・シミュレーションのような短サイクルモード活用の，2 つがある。

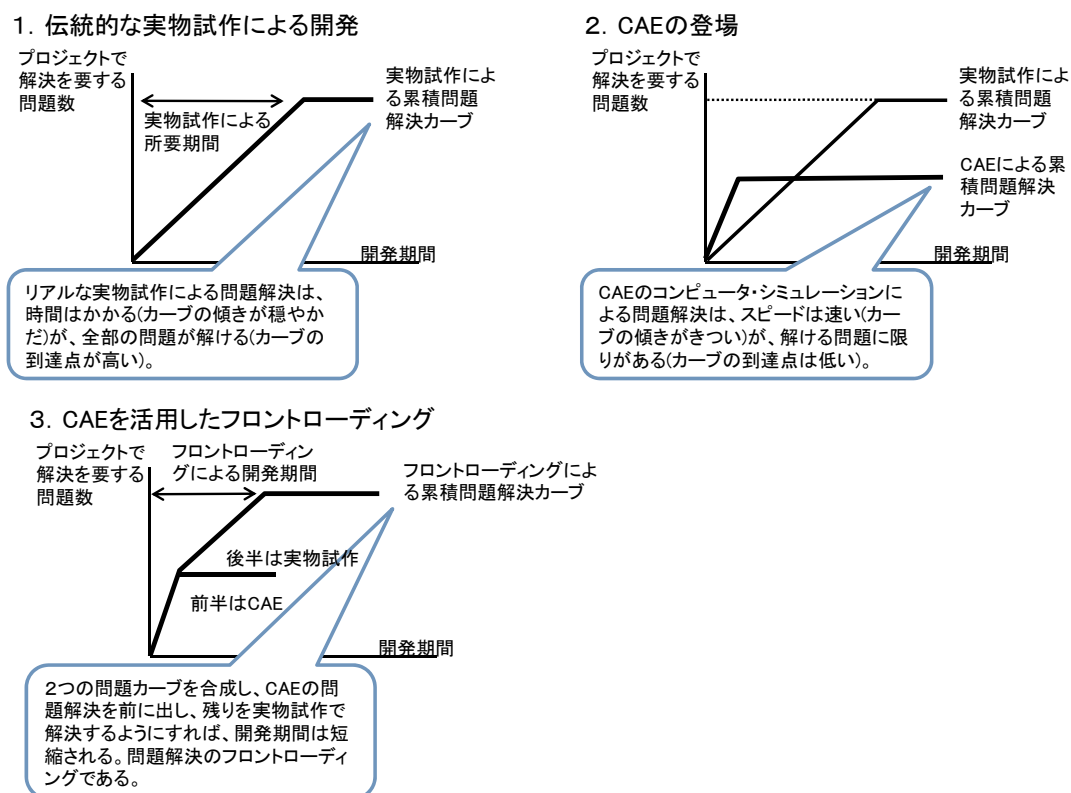



図 2-12: フロントローディングの期間短縮効果と累積問題解決カーブ

出典:藤本(2001)

ることにより，問題解決をスピードアップし，開発期間の大幅な短縮を目指すことをこう呼んだ。

27 反復削減: 藤本は期間短縮のアプローチの一つとして，プロセスの構造は一切変えず，地道な努力で問題解決スピードを向上させるアプローチ，例えば，細かい工夫や作業改善アプローチをこう呼んだ。

前者は「知識のフロントローディング」といえる。前プロジェクトから得た問題解決策に関する知識をつぎ込むことにより，今回のプロジェクトで解くべき問題の数そのものを事前に削減してしまうわけである。

これに対し，後者は「問題解決のフロントローディング」である。この背景には，次のようなトレードオフ関係が存在する。開発期間の後期における問題解決は，早期におけるそれに比べ，概してお金も時間もかかる。しかし一方，問題解決に用いられるシミュレーション・モデルは，早期のものは概して「解像度」が低く(生産・消費プロセスを再現する正確さ)が低く，後期になるにつれ精度がアップする傾向がある。問題はこうしたコスト・時間とシミュレーション解像度のバランスをどうとるか，である。

むろん，CAE シミュレーションですべての問題が解決できるのであれば，単純に試作レス(試作省略)方式への「モード切替」を行えばよいわけだが，自動車のような複雑な製品の場合，まだコンピュータ・シミュレーションの「解像度」は，すべての製品開発問題を解決できるほどに高くなく，最後は実物試作車が真打ちとして登場し，問題解決を完了させる必要があるのが実態である。

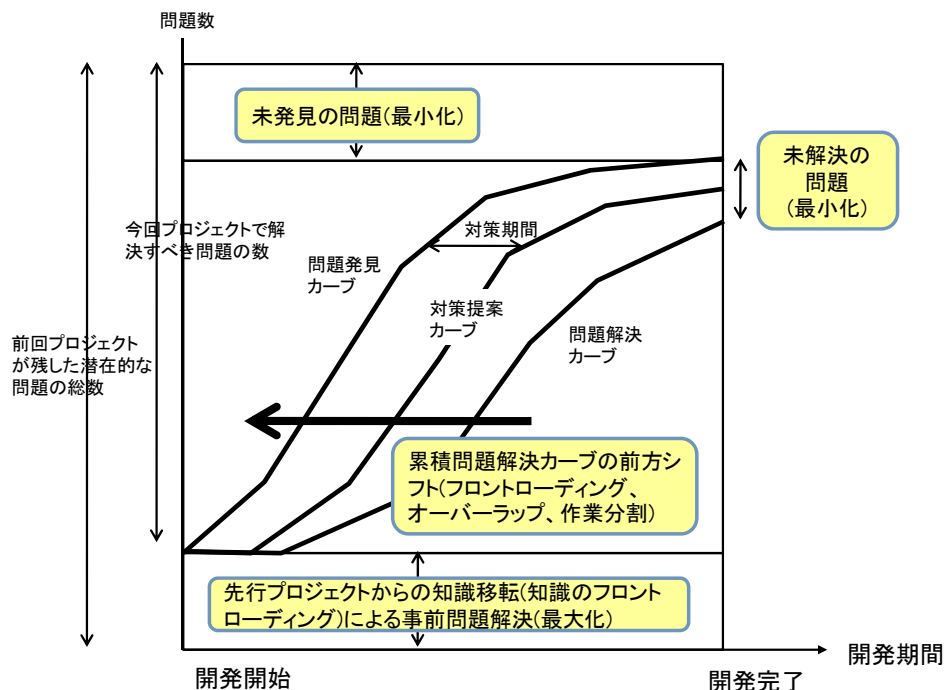



図 2-13: 問題解決カーブの前方シフトによる期間短縮

出典:藤本(2001)

したがって，現状でできることは，実物試作車の前にできるだけ多くの問題をデジタルかつバーチャルに解決することにより，時間とお金かかる実物試作車によるサイクルの反復回数を減らすことなのである。

「活動のフロントローディング」については，その期間短縮効果を説明する「累積問題解決カーブ」による概念モデル(図 2-13)に示す。

同様の概念でシステムの完成度を課題の把握率(P)，課題の解決率(Q)とシステムの複雑さと試作回数との関連を調査したデータがある(岩淵，JMAC 1997)。
このデータから見ても，開発の源流段階で課題を把握できていないと，システムの完成度は上がらない，つまり，フロントローディングの重要性がわかる。

$$S = [1 - (1 - PQ)^N]^M$$

S：システムの完成度合い　P：課題の把握率
Q：課題の解決率　N：試験（試作）の回数
M：システムの複雑さ（サブシステムの数）

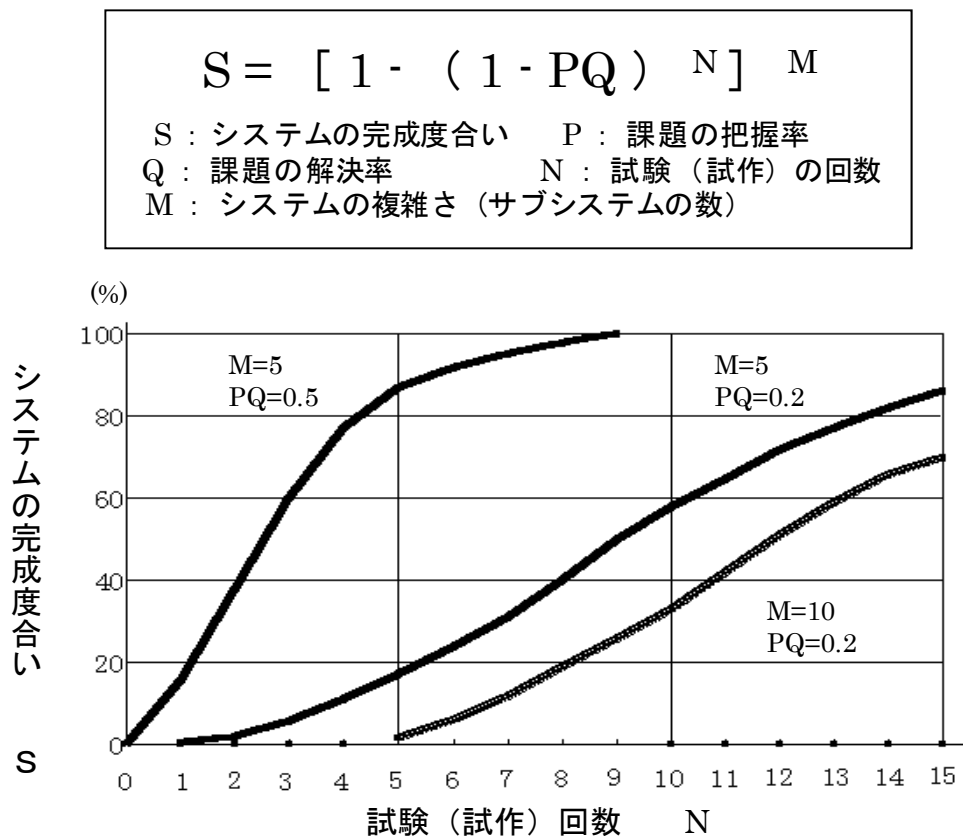



図 2-14: システム完成度の計算式

出典: 日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(1997)

2.4.2 最近のフロントローディング視点: DFx

最近，改めて設計と他部門の連携強化のためのフロントローディングにフォーカスがあたっている。それは DFx 活動と呼ばれるものである。

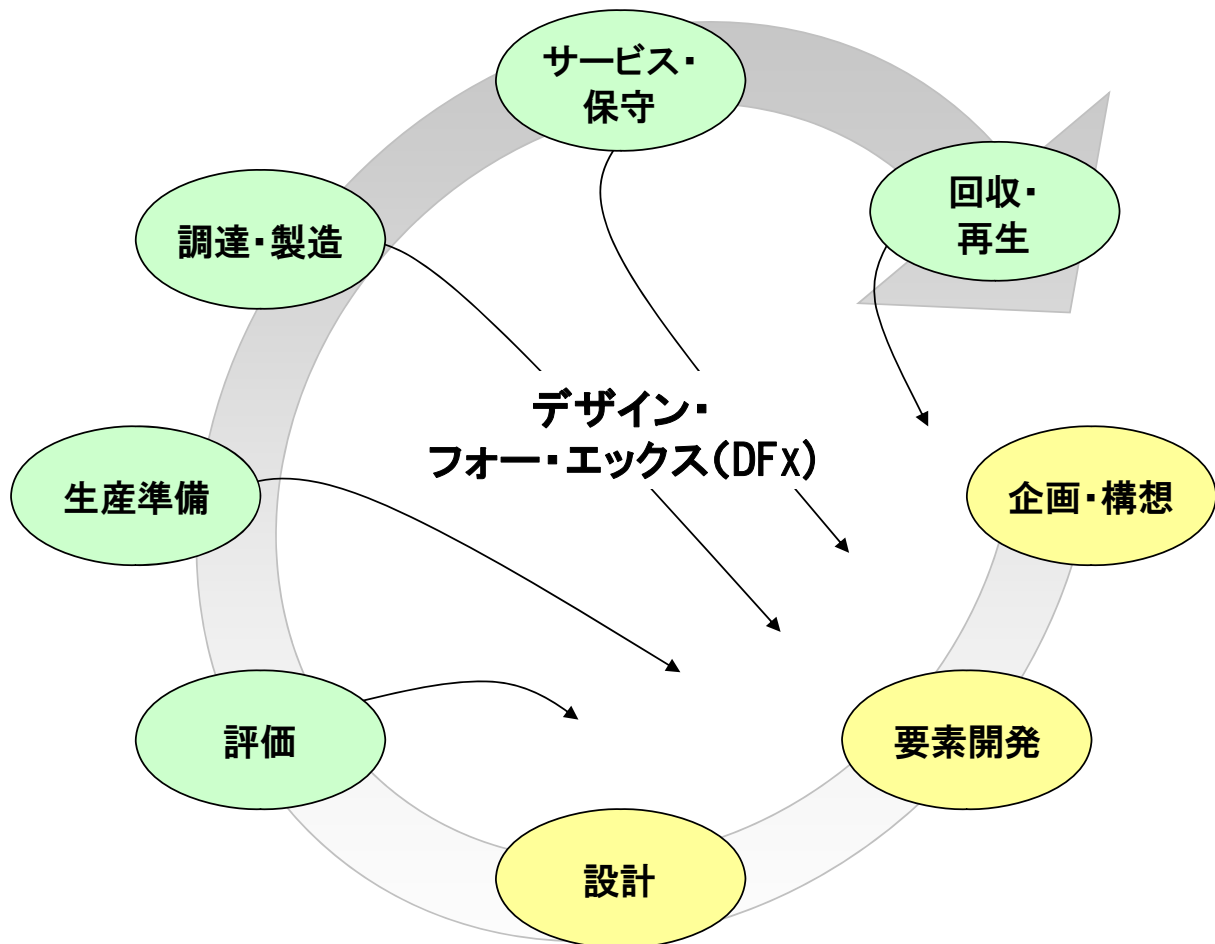



図 2-15: DFx とは何か

DFx はスタンフォード大学で経営戦略と生産プロセスを融合させた研究を行っていたフィリップ・バーカン教授の講座の中で，Design for X（DFx）手法を取り上げたのが最初といわれている。

DFx は上流設計(Design)段階で，従来，後工程で検討すべきことを早く検討，設計に織り込み，設計上流での品質作り込む，開発期間短縮を実現するためのアプローチである。

DFx には一般的に，

・DFM: Design For Manufacturing (組立容易性，製造容易性設計)

・DFT: Design For Testing (試験・評価容易性設計)

・DFR: Design For Repairing (修理・保守容易性設計)

・DFE: Design For Environment (環境考慮性設計)

といったものである。

DFM は，開発設計段階において，(生産技術部門等と連携して)製造段階での組み立てやすさや加工しやすさを考慮した開発設計を狙う。

DFT は, (品質保証部門等と連携して)試験のしやすさを考慮した設計のことをいう。半導体回路設計においてはテスト容易化設計と呼ばれ，製品製造時の欠陥検出用の仕組みをあらかじめ回路に組み込むことも含む。一般的には前回開発製品での試験・評価計画書（試験項目，試験環境等）や試験・評価で検出されたバグ一覧，フィールド障害一覧などをベースに，より良い試験計画設計段階からを立案するとともに，「試験項目の重複」「テスト自動化」などの観点から，試験の効率化目標や試験実施イメージを提示することで，試験の品質を保ちながら試験の効率化（設備費の低減，試験期間の短縮など）を図ることを狙う。

DFR は，(保守・修理担当者と連携して)修理作業者による修理のしやすさを考慮した設計のことを言う。過去機種の修理情報を開発設計部門の構想設計段階にフィードバックし，修理作業者の安全性や適切な作業姿勢の検討を実施することで，修理作業の効率化を狙う。

DFE とは，(環境担当者，購買担当者等と連携して)使用済みとなった製品が環境に悪影響を及ぼさないような廃棄処理のしやすさや，リサイクルのしやすさを考慮した設計を狙う。開発設計段階から，材料に有害な物質が入っていないか，あるいはリサイクルが可能な素材なのかを検討しておくことで，製品の廃棄処理や再利用を容易になる。

また，最近では DFL: Design For Logistics (物流考慮性設計)への取り組みを聞くこともある。

大富(2005)は，DFX をうまく機能させるためには，一つは対象とする製品分野に応じて最適な手法を選択することとしている。また，その際には,

・開発の戦略的目的

・顧客構造と要求項目

・製品差別化の焦点

・開発優先項目
を再整理を行うことが重要としている。

二つ目は，組織とマネジメントの問題としている。いくら良いシステムを構築しても，実際に使用するのは生身の人間であり，人間系がうまく機能する仕組みを構築する必要がある。このことは，製品開発を効果的に行うには，従来の性能やコストだけでなく，組織論，プロジェクト管理，リスク管理などの考え方や手法も活用して，全体最適を考える必要があることを示唆している。

DFx への取り組み事例として，3 章の事例 1 を参照されたい。

2.4.3 最近のフロントローディング事例: 東芝

東芝ではフロントローディング活動が熱心に実施されているようである。東芝レビューという技報に掲載されているものから抜粋する。

池田(2007)は 3 つのフロントローディングを提唱している。この論文では東芝において取り組まれている“フロントローディング”と“全体最適”をキーワードとして取り組まれている製品開発プロセスの変革とイノベーションの加速活動について紹介している。フロントローディングは単なる工程の前倒しや上流工程への作業シフトでなく，モノづくりの全ライフサイクルから生み出される異質の要素を結合することによって得られる相乗効果を，モノづくりプロセス全体の上流プロセスに，そして各プロセス内の上流部分に埋め込んで全体最適を目指す開発手法と位置づけている。

本論文から学ぶべき事は,

・上流の設計段階で重要なことは，上流段階で全ての仕様を決めるために全ての力を注ぐのではなく，“上流で仕様を確定すべき部分”と“下流で仕様の最適化を行った方がいい部分”とを切り分けて明確化し，開発プロセス全体の効率を考えること
・下流で仕様の変更や後戻りの発生が，上流であらかじめ予測した部分について生じていることが大切であり, それを前提に全体の開発プロセスがマネジメントされていること

そして，三つのフロントローディングを定義している。

(1) 設計検証のフロントローディング

試作して検証するのでなく，できるだけ設計検証の仮想化や実機レス化の工夫により，設計検証を検証フェーズから設計フェーズに移すこと

(2) 仕様検証のフロントローディング

製品開発プロセスに大きな影響を与える検証フェーズから設計フェーズへの後戻りの要因を上流の設計フェーズで摘み取る

(3) 設計工程のフロントローディング

先に述べた二つのフロントローディングで検証や作業がV字カーブ左側の設計フェーズに移ってくるが，その中でも極力作業を上流に移すことである。

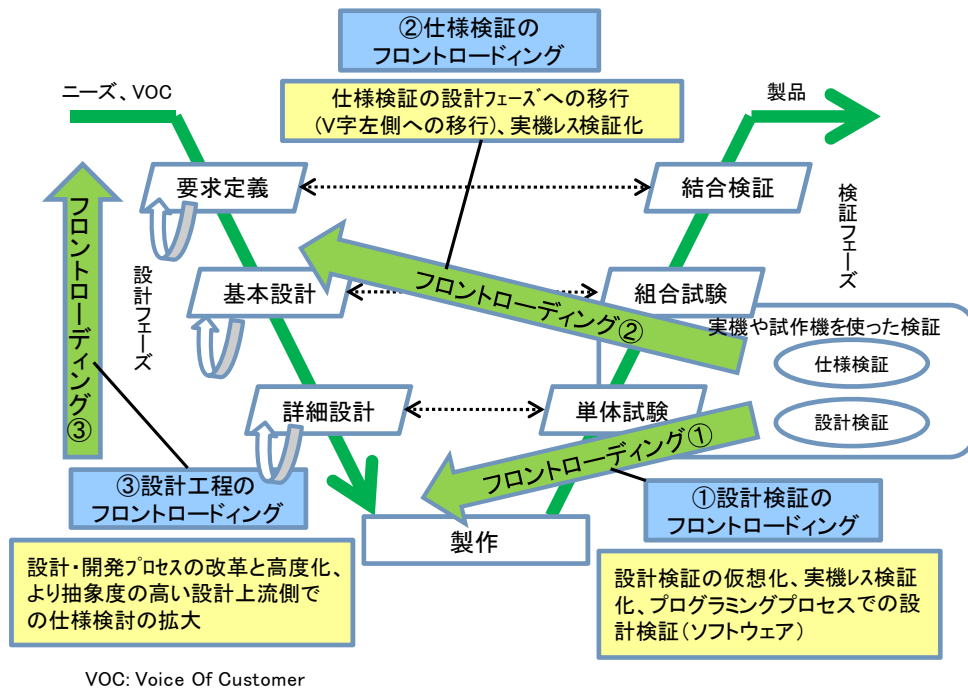



図 2-16: 三つのフロントローディング

出典: 池田(2007)

つまり，上流の設計・開発の効率を上げるとともに，上流の設計・開発で他プロセスの効率を上げ，全体の効率を最大化していくという全体最適の追求が重要である。

2.4.4 最近のフロントローディング事例: トヨタ自動車

トヨタ自動車の製品開発の進め方については，Morgan & Liker(2007)が，”The TOYOTA Product Development System (邦題: トヨタ製品開発システム)”の中で詳しく述べている。本書の中でトヨタの開発システムをリーン開発システムと呼んでいる。

リーンの由来は，1980 年代に MIT で行われた日本の自動車産業の研究においてトヨタ生産システムのことを，「贅肉のとれたスリムな状態」で生産活動を行うことを目指す生産方式として研究した。そして「贅肉のとれた」の意である英単語の lean（リーン）を用いてリーン生産方式と命名された。その開発システムなので，リーン開発システム/ムダの無い開発方式と呼んでいる。

本書の中で，リーン開発システム原則が 13 個上げられている。その内の原則 2 が特にフロントローディングに関連する。以下は原則 2 に関する説明部分である。

原則 2: 選択肢を十分に検討するため，製品開発プロセスを設計上流の自由度が高い初期段階にフロントローディングする。

選択肢を検討する一番良い時期は，明らかに製品開発の初期段階である。トヨタでは，最大限の選択肢がある間に大きな技術上の課題を解決する部門横断技術チームが，フロントローディング，つまり初期段階に注力するための多数の手法や技法を開発している。設計が最も流動的な段階で問題解決を図ることで，設計，開発，製造の各領域での潜在的な問題を解決することができる。

さらに「セットベース」手法(単一の案を逐次検討するのではなく，複数の選択肢を同時に検討する方法)をすべての領域で導入することによって，トヨタは最適解に達する確率を劇的に改善した。それによって，非常にコストのかかる下流での設計変更を回避することが可能となる。

ケントウ(検討)とミゼンボウシ(未然防止)の手法によって，トヨタは製品開発の初期段階で明確性と目的性を持ち込み，「曖昧な初期段階」の曖昧性を取り除く。それはまた製品開発にはつきもののばらつきを隔離し，個々の部品設計が完成する前にシステムの互換性を保つ。

このようにフロントローディングに際し，複数の選択肢を持つということと，その他にフロントローディングの施策として，

・製品プラットフォーム(3 章参照)の整備

・先端技術導入計画

・個別プロジェクトのフロントローディング

・セットベース・コンカレント・エンジニアリング[28]

・生産技術者のプロジェクト早期参画

・デジタル・ツールの活用

・大部屋制度による仕様検討

・リソースの最適配置

といったことに取り組んでいる。

2.5 プロジェクト・ナレッジ・マネジメント

プロジェクト・ナレッジ・マネジメントは有用な分野であるが，まだ新しい領域である。そこで，Milton(2009)のプロジェクト・ナレッジ・マネジメントについてまとめることにする。

まず，ナレッジ・マネジメントの定義を確認する。

Davenport and Prusak (1998) は，「ナレッジ・マネジメントとは，「個人の心に埋もれている本質的な人間資産」を認識し，それを企業で意思決定をおこなう多くの個人が使えるような企業資産に変えるためにてこ入れすること。」としている。

Gorelick, et al. (2004) は，「ナレッジ・マネジメントとは，基本的には，組織内部の個人やチームが，組織のどこかにある適切かつ実行可能な助言，知識，経験へのアクセスを最適化するためのシステマティックなアプローチである。」としている。また，野中と竹内(1995)は，「日本企業の知識創造の特徴は，せんじつめれば，暗黙知から形式知への変換にある。」としている。これもナレッジ・マネジメントといえる。

ナレッジ・マネジメントの先行研究を鑑み，提供者から利用者への知識の流通と，流通が起こるために必要な要素を考えるにあたり，プロジェクト中心のビジネス活動は始めと終わりがあるというサイクルをふまえ，事前学習，事中学習，事後学習という 3 つの焦点があるとしている。この事前・事中，事後の学習モデルは 1990 年代に

---

[28] セット・ベース・コンカレント・エンジニアリング(Set-Based Concurrent Engineering, SBCE): セット・ベースの設計を CE に応用したもの。ポイントベースのアプローチに比べ，設計初期段階では設計解集合の求解にある程度の時間を要するが，設計の後期の段階ではより短時間で最終的な製造プロセスへと解を収束させることができるので，総合的にはより効率的と言える。ここで，セット・ベース設計とは，初期段階でポイント値ではなく，幅広い集合としての設計解を求め，徐々に実現性の乏しい解集合を除くことにより設計解集合を狭めていく手法であ

ブリティッシュ石油で開発された。このモデルにさらに得られた知をナレッジ・バンクに蓄積していく必要がある。

知識移転には「連続移転」,「平行移転」,「近接移転／遠隔移転」という 3 つのタイプがある。これはまさにプロジェクトの活動にあてはめられる。連続移転は同じ場所,同じチームの一連のプロジェクト間の「知識移転」があてはまる。場所は異なるが同時に走っている一連のプロジェクト間には「平行移転」があてはまる。異なる時間に異なる場所で走っている一連のプロジェクト間の知識は,同じような文脈で利用される知識か,異なった分野で利用される知識かによって,それぞれ「近接移転」,「遠隔移転」と呼ばれる。

ビジネスにとってのナレッジ・マネジメントは知識を利用して,業績を上げ,それを学習して知識化するというループで考える必要がある(図 2-17)。

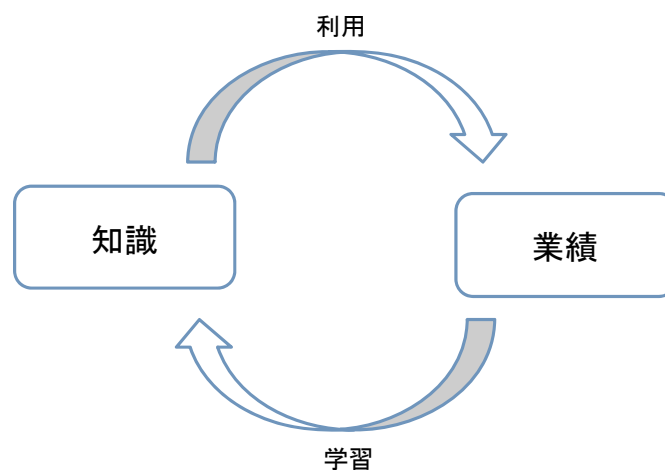



図 2-17: 知識・業績のループ

出典: Milton(2009)

本書では,プロジェクト内の知識流通のための事前学習,事中学習,事後学習では,それぞれ下記のような取り組みを行うこととしている。

①事前学習

- 範囲設定・評価段階: 範囲設定会議,顧客インタビュー,アイデア創出とイノベーション,業務契約企業の参画,

る。

・コンセプト選択・設計段階前: 仲間で助け合い，選択肢評価技法，ビジネスのためのアクション・ラーニング，仲間で相互確認
・定義と設計段階の前: 仲間で助け合い，ビジネスのためのアクション・ラーニング，技術的限界達成法，業務契約企業の参画
・実行・建設段階: 技術的限界達成法
・運用段階前: 運用と保守のノウハウ

②事中学習
・異なるプロジェクト段階での学習
・行為の後の反省(After Action Review: AAR)
・AAR と技術的限界達成法
・実践コミュニティ
・プロジェクト反省ミーティング
・ナレッジ・エンジニアとナレッジ・マネジャーの選定
・教訓・活動記録

③事後学習
・振り返り見る(設定，プロセス，記録)
・知識の歴史(プロセス)

これらの取り組みを知識の再利用を促進するためのマネジメント・システムを構築することの重要性を説いている。

2.6 おわりに

未来駆動によるプロジェクト・ナレッジ・マネジメントの研究にあたり，4 分野の先行研究を行った。4 つの分野とは,
・クロスファンクショナル・チーム(CFT)
・コンカレント・エンジニアリング(CE)
・フロントローディング
・プロジェクト・ナレッジ・マネジメント
である。

CFT の先行研究から，

・その起源が日本であること

・各組織の機能を交差させることで，昔ながらのやり方，慣習を変えることが出来る可能性がある

・CFT は決して万能薬ではないこと

・トップダウン，通常業務では達成できない高度かつ具体的な目標を設定する

・目標を達成するための新機軸を打ち出す

・メンバーのコミットメントをとること

ということについて学ぶことができる。また，開発設計のプロジェクトのナレッジ・マネジメントを見据えると，プロジェクトに参画するステークホルダーにおける知の協創は必須であり，その協創の機能，場の先行研究とも関連があるといえる。

コンカレント・エンジニアリングの先行研究からは,

・アメリカが日本を素直に研究，学んだ概念であること

・並行化は開発期間短縮の重要な視点であること

・工程並行化と CFT 機能を絡ませ，成果につながる

・研究開発と製造工場を真に有機的に協力し合う形にするのは，大事な目指す型である

・CE を支援するための IT を含むエンジニアリング・ツールのサポートが大事である(3D-CAD 等)

・マトリクス組織を絡めることも必須要素である

ということについて学ぶことが出来る。

フロントローディングはの先行研究からは,

・コンカレント・エンジニアリングを成功させる重要な概念である

・知恵というツールを使い，CFT 的概念をコンカレント・エンジニアリングに持ち込むことが必要

・開発期間短縮に大きく寄与する概念である

・昨今の DFx 活動と大いに関係がある

・設計検証，仕様検証，設計工程といった視点を考えることもできる

ということについて，コンカレント・エンジニアリングと合わせて考えることが必要である。最近の開発設計のプロジェクト・マネジメントにおいては，開発期間短縮要

請が非常に激しく，かつその中で市場・顧客ニーズからの品質，コストを遵守することは必須である。これらを実現するアプローチとして，従来からコンカレント・エンジニアリング，フロントローディングに取り組まれてきた研究，企業も多い。

プロジェクト・ナレッジ・マネジメントはまだ新しい分野の学問であるため，Milton(2009)を先行研究テーマとした。事前・事中・事後といったプロジェクトの知を活用すること重要性がわかる。

本研究の未来駆動をふまえると，戦略的ロードマッピングという研究分野も関連があるといえるかもしれない。Phaal らは(2004), “テクノロジー・ロードマッピング・テクニックは戦略的な技術計画を支援するために，業界で広く活用されるようになってきた。”と述べている。このようなアプローチの一部を取り出し，プロジェクト・マネジメントに効果的に活用するという解釈をとると，この分野についての研究との連動も将来的に考える必要もあるかもしれない。

このような 4 つの先行研究テーマと戦略的ロードマッピング的な視点をふまえ，4 事例を分析する。

第 3 章 事例分析 1: 開発初期段階の設計構想と DFx の充実事例

3.1 はじめに

本事例は，開発初期段階の設計構想と DFx の充実事例である。本事例では次機種での開発機能を見据え，かつこれまでのプロジェクト推進状況等を振り返り，ありたい姿を設定した上で，大部屋制度，DFx: Design for X を取り入れ，開発プロセスのフロントローディングを充実させた。

3.2 分析対象

3.2.1 A 社概要

A 社概要は以下のとおりである。

・業種/製品：業務用電機製品設計・製造業

・ビジネス特性：顧客向けカスタマイズ（顧客は公共系）

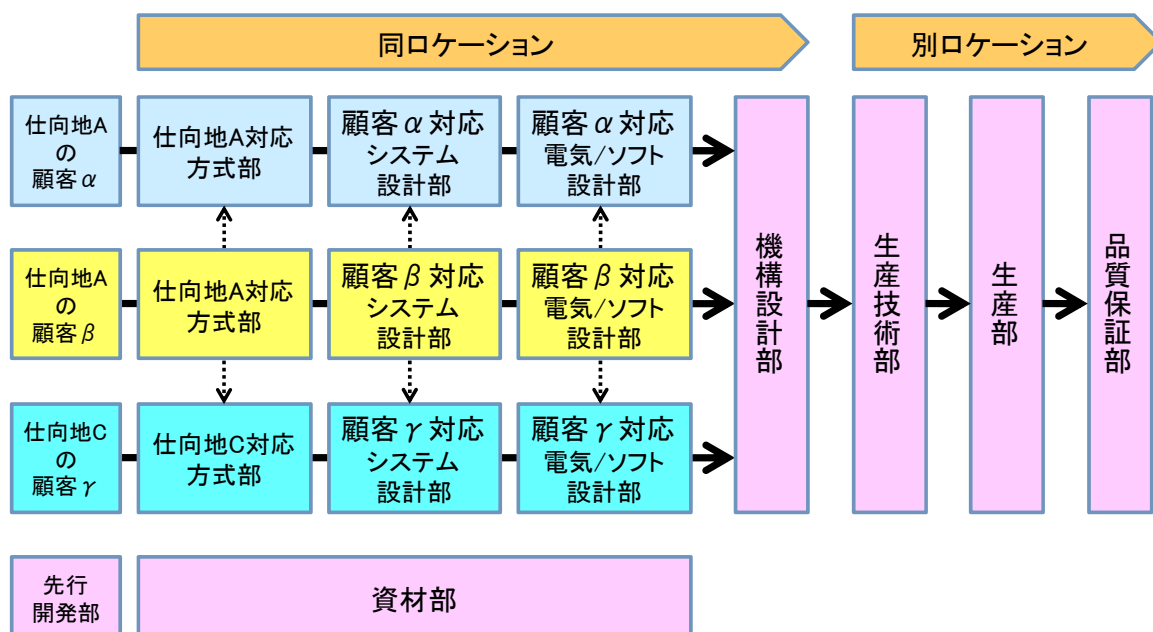



図 3-1:A 社の業務分担状況

出典: A 社組織図を筆者が加工

・組織：

・仕向地別方式部: 顧客と折衝し，システム/製品仕様の決定，マーケティング，製品ロードマップ管理

・顧客別システム設計部: システム全体の設計仕様の検討

・顧客別電気/ソフト設計部: 回路設計，LSI 設計，基板設計，ソフトウェア設計

・（共通）機構設計部: （全顧客向けを一手に対応）: 機構設計

・（共通）生産技術部（ロケーションは別）:生産性向上/工法・プロセス改善，設備改善（工場のロケーションは設計と別）

・（共通）生産部（ロケーションは別）: 製造，検査（工場のロケーションは設計と別）

・（共通）品質保証部: 出荷検査，品質システム管理（工場のロケーションは設計と別）

・（共通）先行開発部: 仕向地，顧客横断で，要素技術を先行開発

・（共通）資材部: 新規材料・部品の開発・評価，調達

・競合：日本メーカー，アメリカメーカー，ヨーロッパメーカー

3.2.2 本事例における主たる分析対象

本事例においては，下記の組織が主たる分析対象として関わった。

・仕向地別方式部

・顧客別システム設計部

・顧客別電気/ソフト設計部

・機構設計部

・生産技術部

・品質保証部（出荷検査担当，品質システム管理担当，クレーム対応

・資材部

・開発革新活動事務局

3.3 本事例における革新ステップ

本事例の展開においては，図 3-2 のようなステップで進めた。

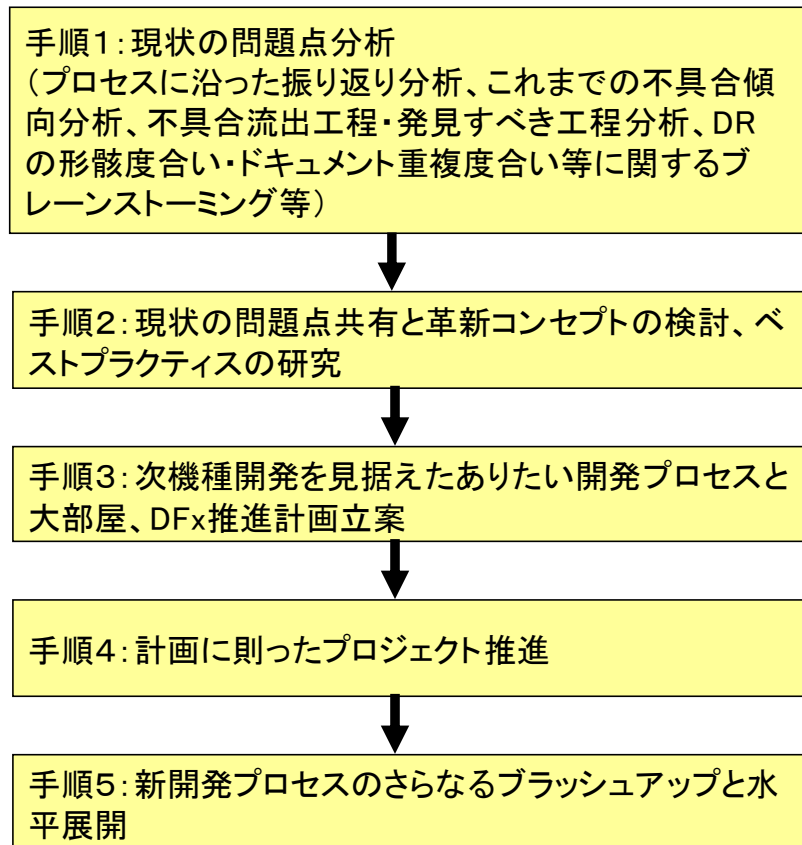



図 3-2: A 社における革新ステップ

3.3.1 手順 1: 現状の問題点分析

A 社では開発革新活動を開始していたがその中で納期遅延問題がクローズアップされていた。納期遅延の原因は品質問題が開発終盤で露呈していることが大きな原因であった。また，止めるべきマイルストーン(Design Review: DR 等)で技術課題が流出している，顧客納期の関係で，本来，ストップすべき課題が暫定で次工程に進み，結果的に出荷直前，出荷後にクリティカルな品質問題が多々生じている事に対しての懸念が上がり，開発プロセス革新の必要性が上げられていた。これまで，様々な業務規定類があり，それを守るべく，開発設計を進めてきたが，昨今の開発期間短縮要請にミートした規定類に改版されていないことも問題として認識された。

そこで，開発設計を現場で進めている課長，中堅リーダークラスが集まり，複数の開発テーマの実例に対して振り返り分析を行い，開発プロセス，開発の仕組み(仕方)

を改善することにより，開発効率化やコストを意識した設計/製造/試験の改善が期待できるとの考えに至った。

振り返り分析の実施にあたっては，まず，振り返り方法の共有を行った。従来，開発終了時の振り返りの重要性は認識されているものの，次機種の開発がスタートしており，結果的に振り返りが実施されていないことが多かった。これは是正事項が次のプロジェクト，水平展開プロジェクトに展開されていないということである。そのために，開発革新活動の事務局から図 3-3 のような振り返り分析実施法についてのレクチャーがあった。

その上で，下記のようなアプローチをとった。

1) 開発テーマの当初予定と実績とのギャップ認識: スケジュール, 工数, QCD 状況，その他目標に対する実績
2) プロジェクト推進上の問題点の把握: 体制，開発計画の立て方，技術課題の解決方法，部門間連携，テーマ間調整，開発・評価環境構築，ビジネス課題に対する意思決定等
3) 開発途中の設計問題点分析: 不具合情報, DR 指摘事項, 個別レビュー結果, 試作評価結果をふまえ，不具合の見つかったタイミング把握と本来見つけるべきタイミング把握
4) 現状の問題点分析実施にあたってはまず，困りごとを抱えている方式部の部長，課長，電気・ソフト設計部，機構設計部，生産技術部，品質保証部の課長，中堅リーダーに集まっていただき，ディスカッション/現状分析を行った。図 3-4 のようにプロセスに沿って問題点を挙げていったところ，吹き出しのような結果が得られた。

検討会の中で上がったクリティカルな問題点は下記のとおりである。

・仕向け別担当の交流ほとんど無し
・品質問題の流出と過去トラブルの水平展開不足
・仕様 Fix.に時間がかかっている
・現状の設計開発の仕組みが，フロントローディングの流れと乖離，また DR が形骸化
・情報の共有化不足～顧客情報，戦略や製品の位置付けが末端まで浸透しない
・重複ドキュメント，ISO9001 用のドキュメントが散在

・正確な開発コストが見えない

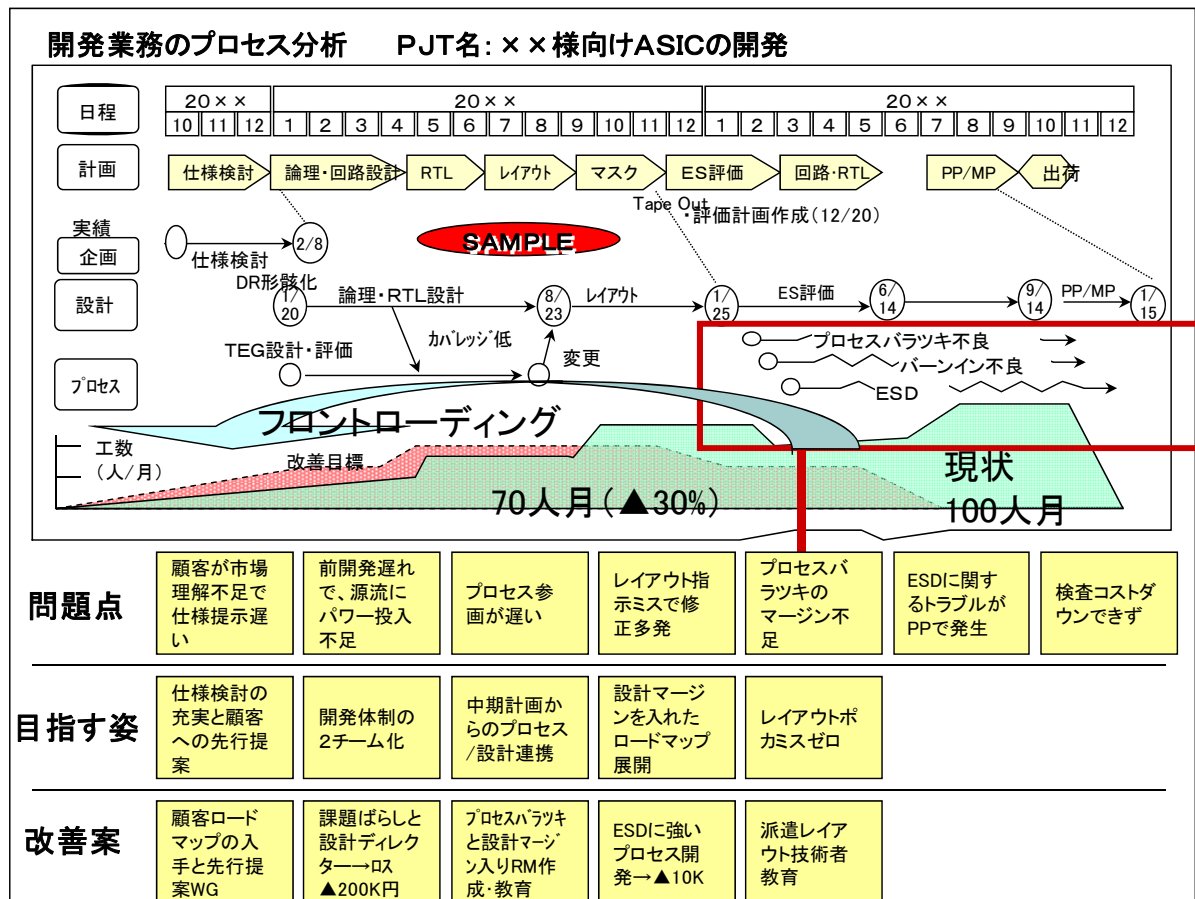



図 3-3: 振り返り分析のレクチャー例

出典: A 社資料

（現状プロセス）

システム仕様Fix.遅れでDR1遅れ
詳細仕様のFix.遅れ
装置・回路設計遅れのため、システムテスト/出荷テスト開始が遅延
DR0　DR1　DR2　DR3　DR4
市場別ロードマップ個別作成
方式検討
シリアルな情報授受
システム仕様検討
回路設計
LSI設計
ソフト設計・単体/結合評価
基板、機構設計
Feasibility Study
システムテスト
品質保証出荷テスト
出荷判定
品質ﾄﾗﾌﾞﾙ発生
DFx、MR遅い
:クリティカルなトラブル

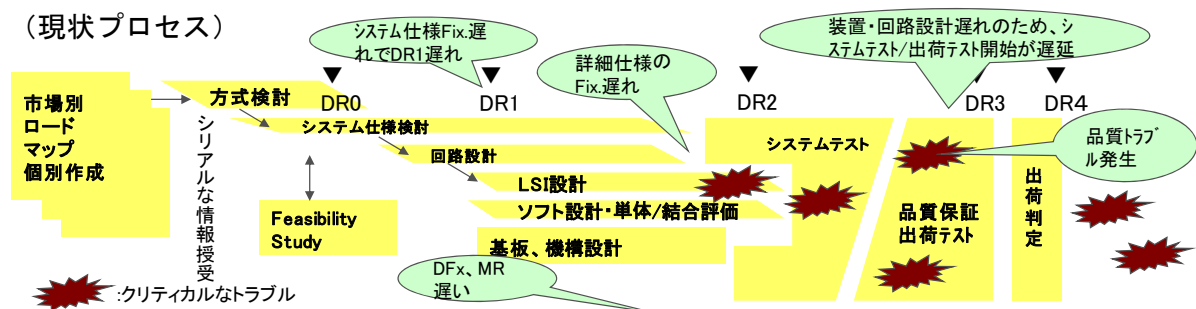



図 3-4: プロセスに沿った振り返り分析概要

出典: A 社資料

このような問題点をふまえ，開発革新活動の改革コンセプトとステップで開発革新活動を進めるための議論が開始された。

3.3.2 手順 2: 現状の問題点共有と革新コンセプトの検討，ベストプラクティスの研究

前述したように，手順 1 での分析にて，困りごとを抱えている各部門の課長，中堅リーダーにより，問題点を抽出した。このような現状を部長以上のトップ・マネジメントに報告，共有し，開発革新活動の実行が承認された。このような革新活動はボトムアップでは限界がある。よって，このような報告・共有は必須事項である。

抽出された問題点から革新コンセプトへの展開にあたっては，前述した問題点を元に，いくつかのキーワードへ展開した。これが結果的に革新コンセプトにつながった。

表 3-1 は抽出された問題点から革新キーワード/コンセプトを抽出し，革新実行体制と進め方（案）をまとめたものである。

表 3-1: 問題点からの革新テーマ抽出

出典: A 社資料

抽出された問題点	革新キーワード/コンセプト	革新実行体制と進め方(案)
仕向け別担当の交流ほとんど無し	革新活動のお披露目	組織全体での事例交流会と開発革新活動のWEB構築
品質問題の流出と過去トラブルの水平展開不足	DFx活動の推進	DFxワーキング・グループ活動
仕様Fix.に時間がかかっている	これまでの仕様遅れ項目分析と大部屋活動	大部屋活動#1/#2での仕様集中検討
現状の設計開発の仕組みが、フロントローディングの流れと乖離、またDRが形骸化	現状を見据えた新ありたい開発プロセス構築	新開発プロセス検討ワーキング・グループでの新プロセス構築
情報の共有化不足～顧客情報、戦略や製品の位置付けが末端まで浸透しない	プロジェクト・メンバー全体でのキックオフと課題抽出	プロジェクト・マネジャー、方式担当のミッション化
重複ドキュメント、ISO9001用のドキュメントが散在	重複ドキュメント、ISO9001のムダ項目の抽出	新開発プロセス検討ワーキング・グループでの効率化活動
正確な開発コストが見えない	次機種仕様の先行検討と大部屋活動	大部屋活動#1での仕様固定/変動とキーパーツのコストダウン状況見える化

これまで仕向地別担当の交流はほとんど無かった。仕向地を越えた標準化，共通化をすればいいことはわかっていても，顧客からの要求仕様検討が提示されてからの開発体制構築となるため，仕向地別の開発推進となっていた。しかし，開発革新活動での事例交流，専門分野別の仕向地を越えた技術レビュー等，仕向地を越えてできることはたくさんあるということになった。そこで，組織全体での事例交流会と開発革新活動の WEB 構築によるナレッジ・マネジメント展開が計画された。

品質問題の流出と過去トラブルの水平展開についても仕向地を越えた情報交流の不足，生産部門，品質保証部門からの指摘が開発後半になってから挙がるといったことも指摘された。これまではフロントローディング活動の実施レベルはまちまちであった。そこで，開発スタート時に必ずしも他プロジェクトでの教訓，DFx による生産部門，品質保証部門の指摘情報が挙がっていなかったことや開発後半での手戻りにつながっていたことにメスを入れるべきということになり，DFx ワーキング・グループ活動が計画された。

仕様 Fix.に時間がかかっているということに対しては，システム仕様と設計仕様のどこが決まっていないと設計がスタートできないのかの検討，システム仕様が完全に決まるまで，システム仕様書をリリースしないのではなく，決まらない/決められない仕様については，方式部門，システム部門，設計部門が手を組み，顧客にアプローチすることで仕様を決めていくアプローチをとるべきということになった。また，設計機能間の仕様については集中的に仕様を決めていくアプローチを強く取るべきということになった。その際に，トヨタが行っている大部屋制度[29]を自社流に取り入れることが提案された。

現状の開発設計の仕組みが，フロントローディングの流れと乖離，また DR の形骸化に対しては，これまでは仕様が完全に決まるまで，設計アウトプットが出揃うまで DR が開催されなかったことが問題視された。つまり，様々な機能が並行して仕様検討，設計され，完成した設計機能から評価が都度，開始されるといったパラレルな工程が実際の現場では運用されているにも関わらず，開発線表では全体設計工程しか記述されていない。そこで，結果的にアウトプットが全て出揃ってからデザイン・レビューを実施するため，デザイン・レビューによる指摘が活きない，遅すぎるという問

[29] 大部屋制度：トヨタが実施している新商品開発の際に，設計や生産技術など，各部署の意思決定責任者が一ケ所に集結してタスクチームを結成する仕組みのこと。

題が生じていたことに対する改善の必要性が多数指摘された。

情報の共有化不足～顧客情報，戦略や製品の位置付けが末端まで浸透しないについては，これまで開発スタート，初期検討がある一部の中堅リーダーを中心に行われ，その後，設計メンバーがアサイン，仕様書/業務指示が出てから担当者は本格的にプロジェクト参画，設計開始することに問題があった。アサインされる予定のメンバーに対しては，前機種の開発設計段階からアサイン予定を提示し，キックオフ・イベントを行い，開発テーマのビジネス背景，重要な技術課題，開発体制等の基本情報を共有することで，仕様書の行間情報，疑問点が生じた際の問い合わせ先といったことに関する手戻りが無くなることを狙うことにした。よって，プロジェクト・メンバー全体でのキックオフと課題抽出検討会の開催をプロジェクト・リーダー，方式担当のミッションとして規定化することが計画された。

重複ドキュメント，ISO9001 用のドキュメント散在については，A 社だけではなく，各社でも懸念されている問題といわれている。ISO9001 の 1994 年版を元に作成されたドキュメント類には承認印が無いと管理することができないといった呪縛に陥っているケースが各社で散見されているが，A 社でも同様であった。また，開発期間短縮に伴い，開発設計の現場に即したドキュメント形態に見直されているかというと，担当者の主観で見直されているケースが多く，結局，情報伝達ミスによるトラブルも多いといわれている。仕様書が完成する前に次工程は設計を開始しているケースも多く，結局，作っても使われない仕様書も多いとのことであった。よって，現在の開発設計プロセスにミートしたドキュメント形態への見直し，かつ大部屋制度を活用し，複数部門で同時に一つのドキュメントを作成してしまえば，大きな効率化が得られるのではないかといったことも提案された。

正確な開発コストが見えないということについては，次機種をふまえた先行標準化活動の必要性とそのための仕様検討を大部屋にて検討することが提案された。

これらの活動を本プロジェクトの中で展開していくことが確認された。

大部屋の検討にあたっては，自動車業界その他の開発スタート段階での大部屋活動，集中検討会を効果的に活用しているベストプラクティスの研究を行った。

まずはトヨタで行っている大部屋制度については，トヨタの発表しているアニューアル・レポート(2007)からその取り組みを検討した。学ぶべき教訓として，

・これまでの常識にとらわれず，いいと思ったことには取り組む

・大部屋というリアルな部屋と場を作るバーチャルを効果的に使い分けること
・仕様の検討を様々なステークホルダーを巻き込み，徹底的に行う
・これまでのドキュメント体系にとらわれず，大部屋，仕様の集中検討がやりやすい体系に見直す
・これまでの会議体で無くせるものはなくす

といったことが挙げられた。

図 3-5 と図 3-6 は大部屋制度の研究結果をまとめ，開発革新活動事務局がメンバーに紹介したものである。

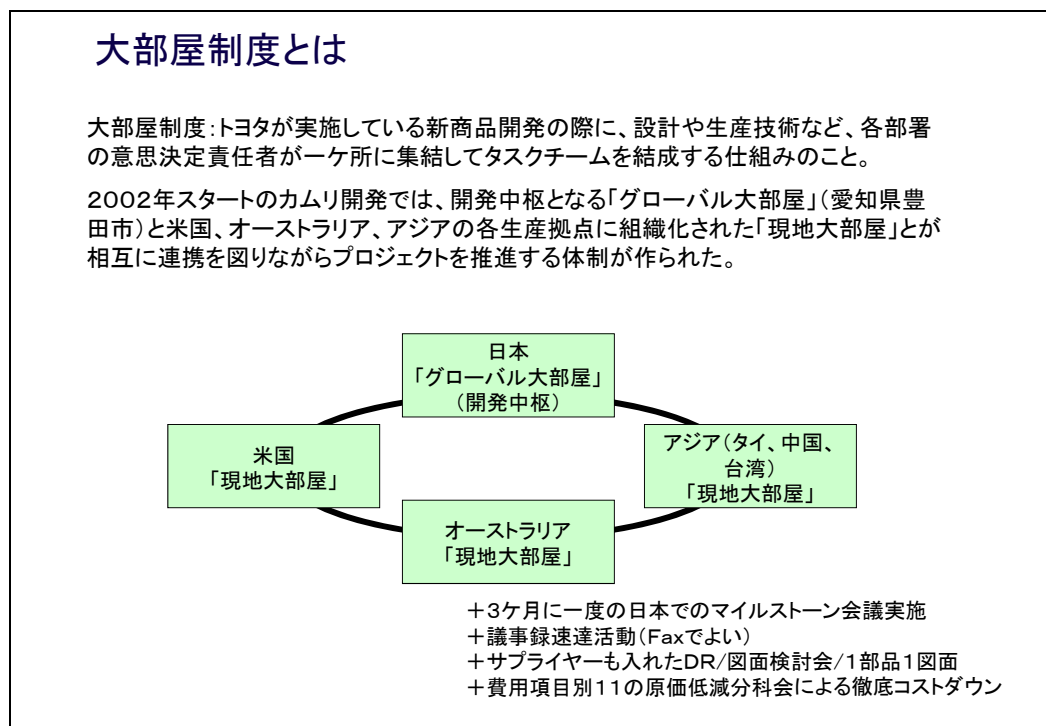



図 3-5: 大部屋制度の説明資料 1

出典: A 社資料

また，他社の大部屋制度に類する取り組みについても調査を行った。これについてもトヨタの事例同様，本プロジェクトのメンバーに情報共有された（表 3-2)。これらをふまえ，プロジェクトがスタートされた。

大部屋を通じて狙うこと

大部屋制度は手段であるため、目的を忘れてはならない。

大部屋制度の目的は、

・目標（大日程、中日程別のＱＣＤ目標/ステージターゲット）の共有化

・仕様決定の早期化

・調整業務の削減

・品質向上、コストダウン、垂直立ち上げ実現のための開発初期段階からの知恵の投入

・後工程の人が前工程に不明点を聞き回れる環境を作り、フロントローディングを図る ex.)評価部隊は設計部隊に変化点を聞き回る

といったことが挙げられる。

図 3-6: 大部屋制度の説明資料 2

出典: A 社資料

表 3-2: 他社の大部屋開発事例

出典: A 社大部屋キックオフ資料

会社名	製品	アプローチと成果
富士通	携帯電話	・薄型を実現するために開発、製造技術等関連メンバーが結論が出るまで缶詰（事業部長主導のトップダウン） ・20%の薄型化実現 出典: http://jp.fujitsu.com/about/journal/publication_number/305/fieldinnovation/02.shtml
ソニー・セミコンダクタ九州	半導体	・開発着手時の振り返り分析と課題ばらしで、一発完動率、一発動作率の劇的な改善 出典: JMAC 第6回開発技術マネジメント革新大会
HONDA	自動車	・HONDAの戦略 将来の在りたい姿を想定し、そこまでの筋道を創り、今やるべき事を明確に位置付ける 出典: http://www.soc.nii.ac.jp/aos/pdf/04-03-13_honda_kobayashi.pdf ・大部屋 ホンダの開発プロジェクトではメンバーが一つ部屋に集まる大部屋方式がとられる。その大部屋のスクリーンがわりの白い壁に、関はこう手書きした1枚の紙を掲げた。「得手に帆あげて」――誰もが得意分野で最高の仕事し、知恵と力を合わせてよいクルマをつくる。 出典: http://zasshi.news.yahoo.co.jp/article?a=20090816-00000001-president-bus_all

3.3.3 手順 3: 次機種開発を見据えたありたい開発プロセスと大部屋，DFx 推進計画立案

プロジェクトのスタートにあたり，まずは開発の各機能（方式，システム設計，電気，ソフト設計担当のリーダーが集まり，ありたい姿の検討を行った。

今回のプロジェクトはこれまでの仕様決定遅れと，後工程検討事項のフロントローディングを確実に実施するために，大部屋アプローチを 2 フェイズに分けて，実施することにした。

大部屋#1 はプロジェクト計画～方式～システム設計段階に実施することとし, まずはプロジェクト・ルームを作り，そこを大部屋と名付けることで，プロジェクトをスタートさせた。大部屋#1 開催の主要目的は，システム仕様の集中検討による早期 Fix. であり，そのために,

・方式

・システム設計

・電気

・ソフト設計

の開発リーダーとプロジェクト・マネジャーが，大部屋に集い，会議形態をとりつつも，日常的に部屋に集まることで，懸念点を話し合い，かつ見えるようにし，仕様の検討を行った。その中で，これまでの方式担当中心でのシステム仕様検討，システム設計担当がアウトプットを待つのではなく，システム仕様の検討と設計での実現性と目標コストを開発リーダーで集中検討したことで, 仕様書も方式仕様書とシステム仕様書という二本立てでなく，システム仕様書への一本化が図れた。

その他の施策としては,

・システム仕様の変化点確認

・次機種をふまえたモジュール化検討

・DFx 方針の検討

を行った。詳細は表 3-3 に示す。

システム仕様の集中検討による仕様の早期 Fix.が実現できたところで, 大部屋#1 を発展的解散し，メンバーを変え，大部屋#2 を立ち上げた。

表 3-3: 大部屋推進にあたってのありたい姿のキーワード

出典: A 社資料

視点		具体例
大部屋#1	システム仕様の集中検討	・方式担当のみでシステム仕様を検討し、システム設計担当がアウトプットを待つのではなく、システム仕様の検討と設計での実現性と目標コストを開発リーダーで集中検討
	システム仕様の変化点確認	・前機種に対しての仕様の変化点の明確化と仕様書への記述、関連メンバーへのアナウンス
	次機種をふまえたモジュール化検討	・技術ロードマップをふまえ、モジュール化の検討
	DFx方針の検討	・前機種プロジェクトの手戻り状況を分析し、DFM、DFT、DFRに取り組むこと ・設計も交え検討し、プライオリティーを決め、実施施策の決定
大部屋#2	DFxの詳細検討	・DFMについては生産技術、DFTとDFRについては品質保証部門から施策提案を募り、設計も交え検討し、プライオリティーを決め、実施施策の決定
	コンカレント日程表の作成	・組立性、製造性、試験性等を設計段階から実現するためのプロセス作りと組織ミッション見直し

大部屋#2 ではありたいプロセスを描き，具体的に DFx 活動で何を実施するか，それをふまえたコンカレント計画を検討した。大部屋#2 の参加メンバーは,

・方式

・システム設計

・電気

・ソフト設計

の開発リーダーだけでなく，

・生産技術のリーダー

・品質保証のリーダー（出荷テスト担当と保守・修理担当リーダー）

がメンバーとして選定された。

大部屋#2 で検討したありたい姿検討について，以下に述べる。

大部屋#2 の重要なアウトプットはコンカレント日程表であるが, まず今回の開発を通じて実現したいことをふまえ，現状プロセスの振り返りと対比して，ありたいプロセス(図 3-7)を描いた。これまで，コンカレント開発を実施していなかったわけではないが，さらなる高い目標を描き，ありたいプロセスを議論し，描いたということである。

ポイントは，

・大部屋#1，#2 制の導入

・DFx の本格的実施

・市場担当を越えた技術分野担当者によるクロス・レビュー

である。

DFx の本格実施にあたっては，

・DFM は生産技術

・DFT は品質保証の出荷テスト担当

・DFR は品質保証の保守・修理担当

がリーダーとなり，それぞれのアクションの検討を進めた。

具体的アクション(表 3-4)。としては，

・DFM では製造性・組立性を考慮した検討を設計と生産技術担当にて共同で行い，電気基板のマウント装置の段取り替えを最小化するための最適部品検討・提案等を実施することとした。また，部品の選定にあたっては，当面，製造中止/ディスコン[30]になりにくそうな部品を検討した。

・DFT では，試験性・評価性を考慮した検討を設計と品質保証担当にて共同で行い，設計シミュレーションへの試験担当の参加，試作評価項目のソフトウェア・テストプログラムへの織り込みといったことを検討，実施することとした。

・DFR では，修理性を考慮した検討を設計と生産技術と品質保証担当にて共同で行い，部品解体シミュレーションへのリペア担当参加といったことを実施することとした。

ありたい開発プロセスと DFX 構想を描いたところで，コンカレント日程表の作成を行った。つまり開発日程のどのタイミングで各組織が参画，連携するかを明確にした日程表の作成を行ったということである。しかし，この日程表だけでは従来，DFX を行っていなかった部門にとって，ミッションが不明確であるといことになり，開発プロセスの各工程において，各部門のミッションを明確にするための一覧表を作成し

30 ディスコンとは，”discontinued”の略で，製造中止・販売中止などの意味である。インフラ系のシステムはライフサイクルが長いため，量産期間中に部品が製造中止となることがある。そのため，開発段階から，製造中止になりにくい部品の選定が重要となる。

たものが図 3-8 である。このおかげで，プロジェクト・マネジメントがスムーズに行えるようになった。

表 3-4: DFx のアクション例

出典: A 社資料

DFx	具体的アクション例
DFM （製造性・組立性検討設計）	・電気基板のマウント装置の段取り変えを最小化するための最適部品検討・提案 ・ケーブル配線容易化の3D検討 ・ネジの共通化 ・モジュール化による部品コストダウン 等
DFT （試験性・評価性検討設計）	・熱解析シミュレーションへの試験担当の参加 ・落下シミュレーションへの試験担当の参加 ・試作評価項目のソフトウェア・テストプログラムへの織り込み 等
DFR （修理性検討設計）	・部品解体シミュレーションへのリペア担当参加 ・ネジ止めからワンタッチ着脱部品の増加 ・部品ディスコンを見据え、発売からあまり時間が経っていない部品、世界的に数が出ている部品の採用提案 等

3.3.4 手順 4: 計画に則ったプロジェクト推進

3.2.3 でありたい姿，DFx 方針に基づいて描いたコンカレント日程表に基づき，当該プロジェクトは運営された。

本事例分析においては，詳細設計段階までの調査で合ったため，プロジェクト終了までの状況把握はできていないが，本インタビューまでの経過では，順調にプロジェクトは運営できたと聞いている。

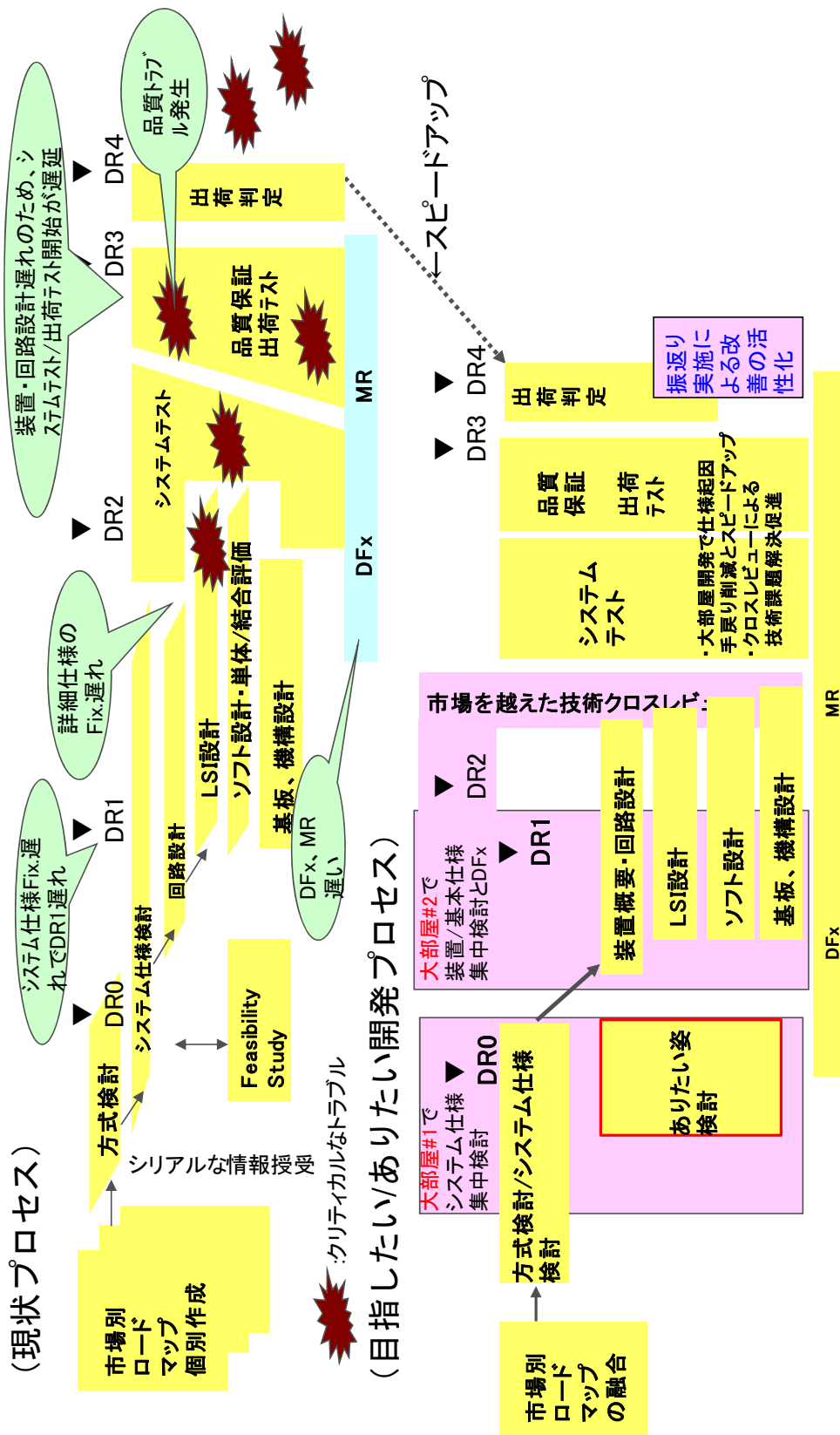



図3-7: 現状の開発プロセスとありたい開発プロセス
出典: A社資料

		方式/システム検討	構想設計	基本設計	詳細設計	試作評価
工程の定義（意味付け）		「これなら売れる」という企画を立案する ・商品ｺﾝｾﾌﾟﾄ、ﾀｰｹﾞｯﾄ顧客が明確になっている	製品仕様が確定し、重要技術課題とその解決方法がｸﾘｱｰになっている	設計の詳細な構造、部品が検討され、すべての設計数値がFIXしている	技術的な視点からの評価が実施され、技術的な課題は全てクリアーされている ハードとのI/F問題無し	ﾕｰｻﾞｰ使用環境を含めた評価が実施され、100%問題ないことを確認
完成度項目と水準	機構設計	・メカニカルな動きによる他社差別化と主要技術課題の抽出 ・3Dモックでﾏｰｹﾃｨﾝｸﾞ	・メカの量産歩留の想定課題が生産技術と検討 ・複数機種をイメージした標準モジュール検討	・主要技術課題のCAEまたは部分評価 ・基板データと熱関連部品データ入手でCAE	・部品メーカとの3Dデータ連携 ・だめ押し干渉チェック ・金型へのデータ転送	・CAE結果との確認 ・量産バラツキ項目の先行評価 ・量産材料ﾒｰｶｰﾚﾋﾞｭｰ
	回路設計 LSI設計 基板設計	・回路、デバイス、実装基板の新規性と要素検討	・回路図、ブロックダイアグラムからの課題ばらし ・LSIの量産プロセスバラツキのためのTEG検討	・回路シミュレータだめ押し確認 ・LSIのテストベンチ検討	・RTLの設計品質管理にて弱点モジュール叩き ・基板シミュレータによるEMCチェック	・CAE結果との確認 ・量産バラツキ項目の先行評価 ・量産材料ﾒｰｶｰﾚﾋﾞｭｰ
	ソフト設計	・目標売価、利益から目標原価が決定している ・市場調査にて目標の妥当性が検証されている	・回路設計との機能分割完了＋試作評価での提供ソフト決定 ・流用モジュール決定	・関数定義とマクロ、流用方針決定 ・V字またはテストファースト方針決定	・I/Fだめ押しレビュー ・詳細設計書はガイドに則り作成 ・静的解析ツールでDBG	・量産評価用ソフトの作り込み継続
	生産技術	・生産ラインの追加投資有無が検討されている ・目標歩留がFIX	・生産ラインの固定変動方針がFIXしている ・目標歩留達成の目途がついている ・メカと実装上の課題検討		・新規設備発注 ・設備階層仕様書	・試作組立で新規部分はオペレーター教育
	品質保証	・新規技術の品質保証計画ドラフト	各部連携したコンカレント開発計画が立案されている	・仕様固定/変動観点からの仮想取扱い説明書作成 ・前機種のクレームと量産問題フィードバック		・設計とパラレルに仮想取扱説明書で評価

図3-8: 工程別の部門ミッション例
出典: A社資料

3.4 成果

前述したように本事例は詳細設計段階までの事例調査で終わっている。基本設計段階の振り返り結果が表 3-5 である。

・大部屋の実施

・定期進捗会議の開催

・DFx の実施

・重複ドキュメントの削減

といった主な施策に則り，

・良かったこと(Keep)

・効果

・改善したいこと(Problem)

・次への課題(Try)

といった観点から，プロジェクト参画メンバーにてブレーン・ストーミング的に振り返りを行った[31]。結果的にプロジェクト・メンバーも満足感も高く，次工程に向けたいいモチベーション向上につながった。

成果･効果としては定量的なものは開発源流段階であるため，なかなか見えにくいが，従来製品に向けてコストダウン活動が早期に立ち上がり，施策，期待効果がよく見えたことが特にメンバーの充実感につながった。

また，プロジェクトの成功体験とその振り返りの実施が，他プロジェクトへも良いことをナレッジとして展開した方がいいという前向きな意見抽出にもつながっている。

KPT による振り返りは簡易的でとてもやりやすいが, 定量的な結果を見ながら振り返りをした方が良いという意見も挙がった。

---

[31] KPT(ケプト)といわれる振り返り法。ソフトウェア開発の工程終了時，プロジェクト終了時に行われることが多い。トヨタ生産方式(TPS)を参考にしたといわれる。トヨタ生産方式では見える化とすぐ出来ることはすぐに継続的に改善するということが大事にされていることから，それを取り入れたのではないかと思われる。

表 3-5: KPT を活用した振り返り結果

出典: A 社資料

	目的	良かったこと	効果	改善したいこと	次への課題
大部屋の実施	源流からの早期仕様検討と、検討事項のヌケ/モレを無くす。	・大部屋体制の構築 ・仕様の早期集中検討	・関係者の招集がしやすい ・決める文化の醸成	ISO/CMMI/DR/MR等様々なQMSとのダブリ	QMSの整理
定期進捗会議	定期的な課題の共有とAIの実施状況確認	変化点管理をベースにしたDFx施策（製造、試験、保守）	メイン開発以外の状況把握と共有（商談、ソフト、DFx等）	・議題が多くなりすぎた	・会議運営方法とWEB等の活用方法検討
DFXによる先行コスト作り込み	CD主要ターゲットと施策の見える化と施策のナレッジ化	変化点管理をベースにしたDFx施策（製造、試験、保守）	·CD寄与(原価率10%CD)、初ロット原価率低減(100%以下) ·出荷前検査環境のソフトウェアへの織り込み(テストプログラム化)	入力項目の増加と支援体制、見せる化	・コストシステムの運用 ・コスト低減活動への落とし込み戦略の策定
システム要求書とシステム仕様書一体化	ダブリドキュメントの効率化	トライアルとしては成功			完全実施に向けた構想と体制の充実

3.5 考察

A 社の事例においては，これまでの商品企画/方式，システム設計部門中心の開発スタート準備，仕様検討から，コンカレントをレベルアップし，

・大部屋集中検討によるありたいプロセス検討

・システム仕様の充実

・DFx の実施

を展開した。従来，仕向地別方式，システム設計部門まかせの仕様検討からプロジェクト・メンバー全員が自分のこととして検討に参画し，従来は詳細設計段階からしかプロジェクトに参画しなかった生産技術部門や品質保証部門が，自分たちの手戻りを最小化し，かつプロジェクトの QCD を向上させるべく，早くからプロジェクトに参画したことは，プロジェクト・メンバーのナレッジ向上・展開，モチベーション向上につながったということである。

最近，改めて DFx に対する取り組みを強化する日本の製造業が増えてきている。これは 1990 年代からコンカレント・エンジニアリングを実施してきたもののまだまだ取り組むべき事，改良すべき事がたくさんあるということではないかと推察される。

A 社では現在，この大部屋制度，DFx の取り組みを事業部の全プロジェクトに展開すべく，革新活動を続けているとのことである。全プロジェクトに展開するとなると，

・リソース配分の見直し

・ミッションの見直し

・プロジェクト特性をふまえたシステム化

・教育・訓練

といったことが求められる。

3.6 おわりに

ここでは，本章のまとめとして，(1) 過去プロジェクト振り返り展開，(2) ありたい姿から牽引，(3) 振り返り結果のプロジェクト間交流という 3 つの概念を用いて整理し，プロジェクト・ナレッジ・マネジメントの視点を加味して解釈を加える。

(1)　過去プロジェクト振り返り展開

A 社では今回の取り組みを始めるにあたり，前機種の開発プロセス振り返り分析を行っている。これがプロジェクト・ナレッジ・マネジメントの振り返り展開といえる。この振り返り結果を生産技術担当，品質保証担当といった DFx の主たるメンバーとなるプロジェクト・メンバーで共有し，問題点を認識し，改善施策を検討したことが成功につながっているといえる。

(2)　ありたい姿からの牽引

本事例ではありたい姿を，

・DFx を含むプロセス革新計画

・ベストプラクティスの学習による高い目標の設定

・今後の商品展開計画の効率的リリース検討

と置き，そこから施策展開している。

通常，ありたい姿の検討の際は自社のみの知見によることが多く，高い目標を設定しないことが多い。そのような観点からも本事例は学ぶべき所がある。

(3) 振り返り結果のプロジェクト間交流

本事例ではプロジェクト間交流として，

・振り返り結果で学んだ施策の品質マネジメントシステム展開

・他仕向地担当の技術クロス・レビュー

がメインであるが，仕向地を越えた共通部門である生産技術部門と品質保証部門が参画したことが大きい。この共通部門が革新活動に参画すると，他プロジェクトへの展開が自然に図れるからである。

しかし，業務システム，定着という観点から考えると，製品・技術特性をふまえた品質マネジメントシステム化，教育・訓練は必須である。そうでないと属人的なナレッジ展開に終わってしまう危険がある。

第 4 章: 事例 2: 設計と生産技術の連携革新事例

4.1 はじめに

本研究の 2 つ目の事例は，電機メーカーにおけるありたい開発プロセスをふまえた設計と生産技術の連携革新事例である。

ソリッド･モデルの 3D-CAD が各社にて本格活用され始めてから 10 年近くがたつ。

3D-CAD は 1980 年代には，3 次元オブジェクトを線形状のみで表現するワイヤー・フレーム・モデル（Wire Frame Model： 中身も面も持たず境界線だけ表現されるデータ形式）がまず開発され，一部の企業に導入された。しかし，ワイヤー・フレーム・モデルはその特性上，お絵かきの域を脱していなかったともいわれる。1980 年代後半にはサーフェース・モデル（Surface Model：ソリッド・モデルが固体として表現されるのに対し，表面だけのデータで表現するデータ形式）も導入された。しかし，ワイヤー・フレーム・モデル，サーフェース・モデルとも設計と製造，サプライヤーがデータ連携し，コンカレント･エンジニアリングに活用することには適していなかった。

その後，1990 年代には WindowsNT シリーズが開発されハードウェアの性能が上がるにつれ，2 次元 CAD から 3 次元 CAD への移行が活発化していく。そして，1990 年代後半には，システムのハードとして，高性能な CPU が開発され，飛躍的に高速な演算処理速度が可能になり 3 次元のソリッド系 CAD が急速に普及してきた。

このソリッド・モデルの 3D-CAD を活用することで，3D データ連携により，コンカレント・エンジニアリングの適用が加速された。これが一般的にデジタル・エンジニアリング[32]といわれる領域のことである。

この事例では，将来のありたい開発プロセスをイメージし，デジタル・エンジニアリングを活用し，設計部門と生産技術部門が開発プロセス革新を継続的に行うフロントローディングの事例を分析する。

[32] デジタル・エンジニアリングの定義であるが，モノづくりを支える情報処理プロセスを支えているものを指し，例えば，CAD (Computer Aided Design) や CAM (Computer Aided Manufacture) などがあるが，一般的には CAD/CAM/CAE を中心とした設計・製造支援の情報システムを総称して表すことが多い。

4.2 分析対象

4.2.1 B 社概要

B 社概要は以下のとおりである。

・業種/製品： 業務用電機製品設計・製造業

・ビジネス特性： 顧客向けカスタマイズ（顧客は公共系）

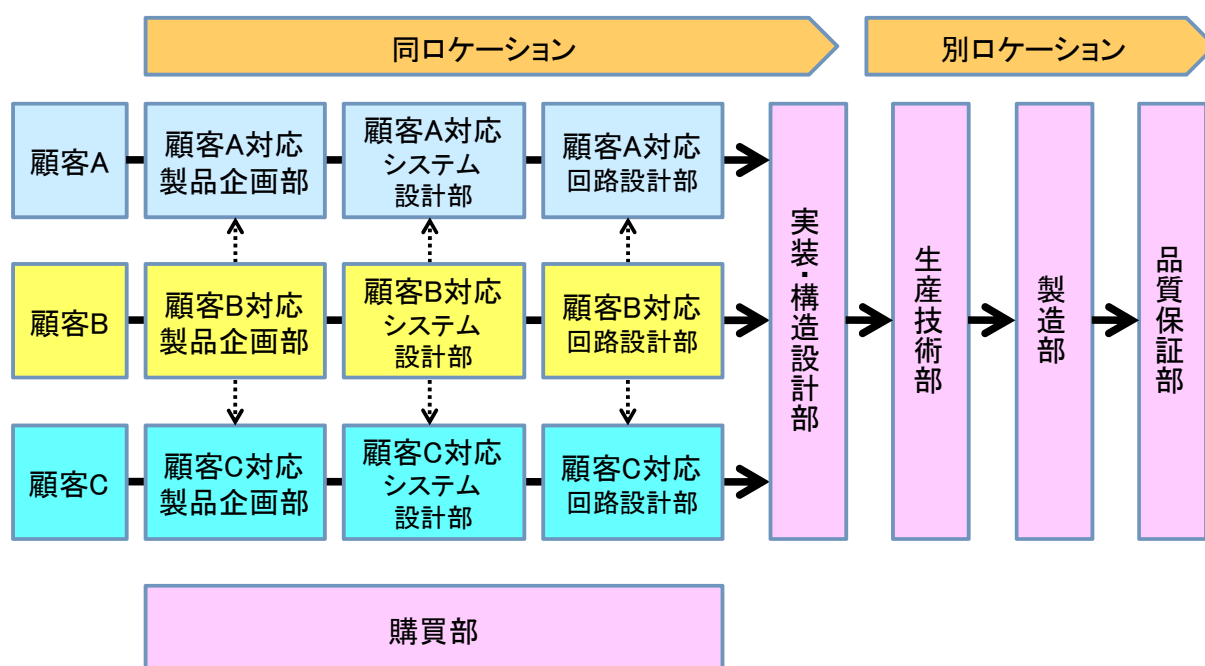



図 4-1: B 社の業務分担状況

出典: B 社組織図を筆者が加工

・組織：

・顧客別製品企画部： 顧客と折衝し，システム/製品仕様の決定，マーケティング，製品ロードマップ管理

・顧客別システム設計部： システム全体の設計仕様の検討

・顧客別回路設計部（顧客別に部が存在）： 回路設計，LSI 設計

・（共通）実装構造設計部（全顧客向けを一手に対応，ロケーションは別）： 実装設計（基板設計），構造設計

・（共通）ソフトウェア設計部（全顧客向けを一手に対応）： ソフトウェア設計
・（共通）生産技術部： 生産性向上/工法・プロセス改善，設備改善（工場のロケーションは設計と別）
・（共通）製造部： 製造，検査（工場のロケーションは設計と別）
・（共通）品質保証部： 出荷検査，品質システム管理（工場のロケーションは設計と別）
・（共通）先行開発部： 要素技術の先行開発
・（共通）購買部：新規材料の開発・評価，調達
・競合：日本メーカー，アメリカメーカー，ヨーロッパメーカー

4.2.2 本事例における主たる分析対象

本事例においては，下記の組織が主たる分析対象として関わった。
・（共通）実装構造設計部（全顧客向けを一手に対応）： 実装設計（基板設計），構造設計
・（共通）生産技術部： 生産性向上/工法・プロセス改善，設備改善（工場のロケーションは設計と別）
・顧客別製品企画部： 顧客と折衝し，システム/製品仕様の決定，マーケティング
・顧客別回路設計部（顧客別に部が存在）： 回路設計，LSI 設計

4.3 本事例における革新ステップ

本事例の展開においては，図 4-2 のようなステップで進めた。

4.3.1 手順 1: 現状の問題点分析

現状の問題点分析実施にあたってはまず，困りごとを抱えている実装・構造部の部長，課長，中堅リーダーが集まり，ディスカッション/現状分析を行った。実装・構造部門の抱えている課題，問題点として，

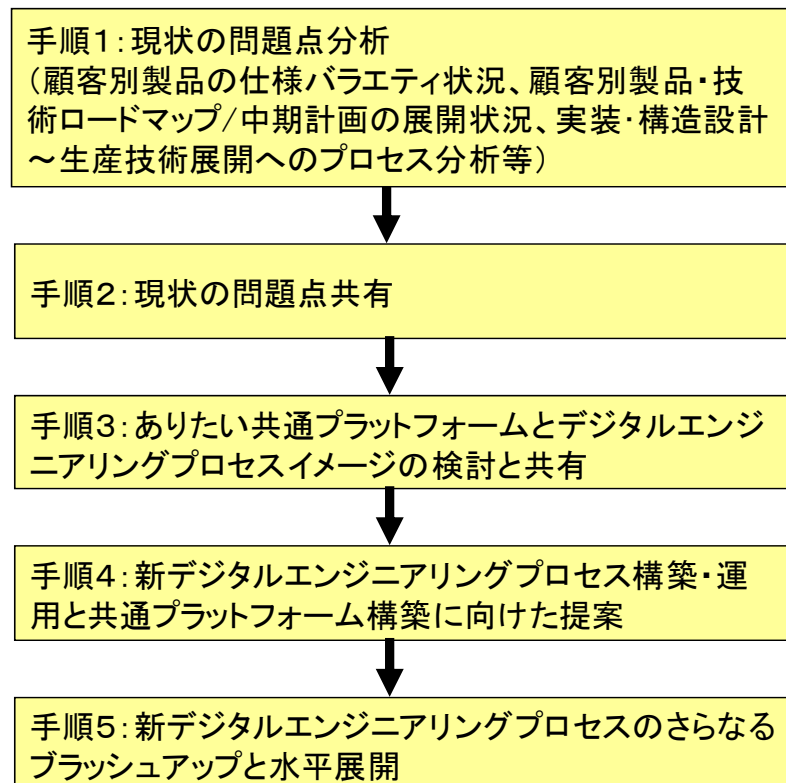



図 4-2: B 社の革新ステップ

・実装構造設計部は設計の最下流工程のため，製品開発の最新情報の入手が遅い。よって，設計の準備，段取りが遅れる。先行開発のテーマが設定しにくい
・顧客横断での製品企画・仕様の検討がなされていないため，類似のバラエティ製品を開発している
・実装・構造設計終了後に，生産技術，工場製造部門向けに，3D データを 2 次元図面に落とす/変換するためのリードタイムに 1 週間ほどかかっている
・実装・構造設計の構想・基本設計段階で，製造性についての検討が不足しているため，試作品を製造，組立評価して問題が発覚し，設計変更が生じるという手戻りが多数発生している

といったことが上げられた。

これらの現状分析として，最近，設計，製造した製品の仕様を一覧化，比較し，顧

客要求をどこまで守るかという課題はあるものの，

- ・仕様の共通化
- ・部品の共通化
- ・材料の共通化

を図りながら，こちらから顧客に仕様を提案するが図れる余地が多数あることがわかった（バラエティ分析）。

検討にあたって活用した資料のイメージは図 4-3(B 社資料)である。

購入動機	設置場所
コスト重視型	一般屋内
リプレース型	屋外
他社接続可能型	湿度大の屋外

仕様		A社向け	B社向け	C向け
ユニットA	方式	B	A	C
	入力	A	A	C
	出力	B	A	C
	I/F	C	C	C
ユニットB	方式	A	A	A
	入力	A	A	A
	出力	A	A	A
	I/F	A	A	A
電源		B	A	A
設置方式		B	A	A
筐体	色	A	A	A
	方式	A	A	A

仕様		標準
ユニットA	方式	A
	入力	A
	出力	A
	I/F	A
ユニットB	方式	A
	入力	A
	出力	A
	I/F	A
電源		A
設置方式		A
筐体	色	A
	方式	A

図 4-3: 部品バラエティの持ち方

次に現状，顧客別組織になっている製品企画部，システム設計部の保有している製品ロードマップと中期計画の最新版の入手がなされているか，かつ変更情報が関連組織に伝達，展開されているか，また，顧客別担当が一同に集まり，共通化，標準化をすることで製品原価を低減するためのプロセスがあるかの現状分析を設計規定の確

認から行ったが，現状は顧客別対応にそれぞれの部門が追われ，共通化，標準化のための取り組みは特に行われていないことがわかった。

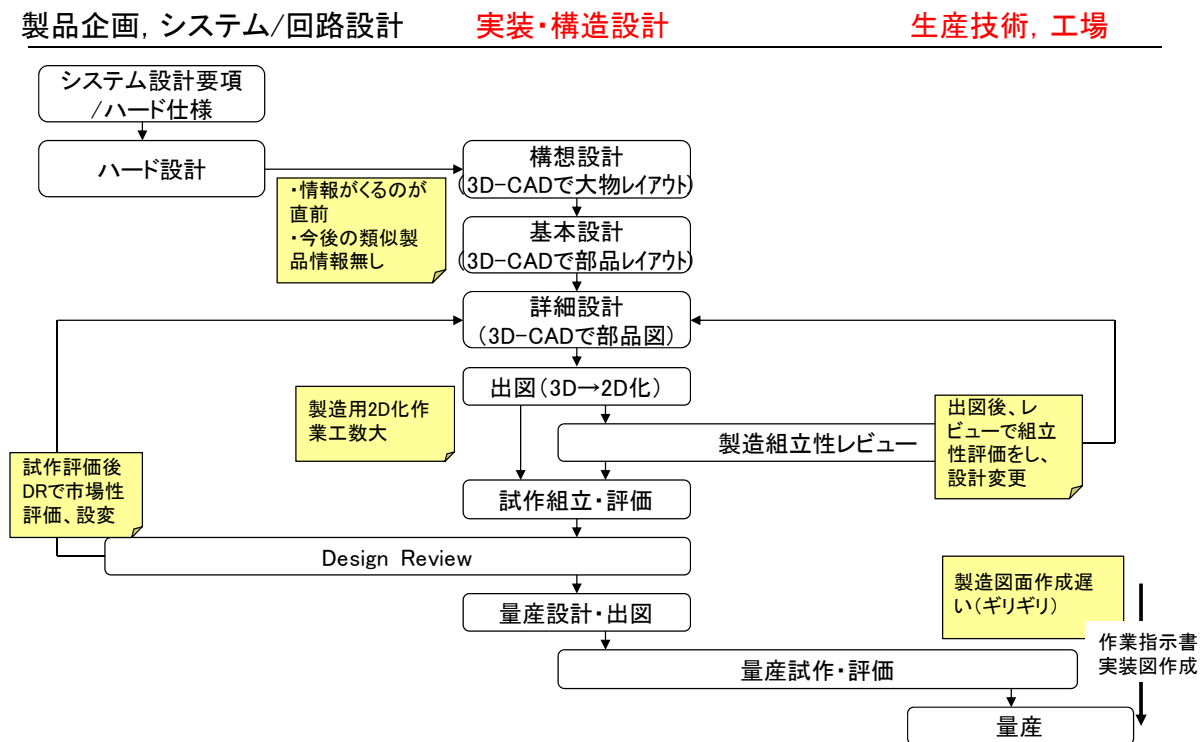



図 4-4: 現状の実装・構造設計・製造プロセス

出典: B 社資料

この分析にあたっては，ISO9001 で定義されている開発設計規定と品質保証体系図を主に確認した。当該の B 社でもそうであったが，一般的に開発設計規定や品質保証体系図は，個別の製品化が決まったものについて，商品企画から設計，設計検証，妥当性確認，製造，出荷検査といったものについて定義されているが，中期計画から製品共通化，標準化といった取り組みについては記述されていないことが多く，またそのためのプロセスを規定化している企業が少ないことが多い。

続いて，現状の製品企画から回路設計，実装・構造設計，製造（試作組立・評価）までのプロセス分析を行った。これについては直前のある顧客向けの製品開発の実績プロセスに沿って行った。結果は，図 4-4 のとおりである。

図 4-4 からもわかるように，

・システム/回路設計に入ってから，設計情報が入ってくるために，実装・構造設計部門，生産技術部門では事前準備ができない
・個別の案件毎にしか情報が入ってこないため，共通化，標準化といったプラットフォームの検討ができない
・生産技術部門の担当者は 3D-CAD を活用するスキルが不足しているため，設計者は製造用に 2 次元図面に変換する作業が生じている
・2 次元図面にて初めて，生産技術者によるレビューが開始されるため，製造性・組立性に関する指摘が後手後手になる
・試作組立後のモノ/製品を見ないと, 製品企画部門は評価できないということで, 市場性評価が後手後手になる
・結果的に手戻りの多い開発設計となる

ということが改めて，明確になった。

4.3.2 手順 2: 現状の問題点共有

前述したように，手順 1 での分析は困りごとを抱えている実装・構造部門の部長，課長，中堅リーダーにて抽出した。この結果を関連する部門のメンバーに説明，納得してもらい，革新につなげていく必要性が議論された。

そこで関連する部門の部長，課長，リーダーが集まり，分析結果を実装・構造部門の部長から説明していただいた。

集まってもらった関連部門は前述したように，

・（共通）実装構造設計部（全顧客向けを一手に対応）： 実装設計（基板設計），構造設計
・（共通）生産技術部： 生産性向上/工法・プロセス改善，設備改善（工場のロケーションは設計と別）
・顧客別製品企画部： 顧客と折衝し，システム/製品仕様の決定，マーケティング
・顧客別回路設計部（顧客別に部が存在）： 回路設計，LSI 設計

である。

分析結果に異論を唱えるメンバーも当然いた。その人を納得させるためには，市場・顧客・競合視点が必要であった。そこで，そのための視点の根拠となる情報を事前に整理しておいた。これは目標共有，合意のためにも重要なアクションであった。これまでは顧客からの提案書作成情報: RFP(Request For Proposal)[33]中心で業務のトリガーがかかっていた。

また，市場・顧客情報については顧客からの評価結果をと関連する競合との比較も書かれていた。競合情報については前述の顧客からの評価結果を活用し，かつ自社と競合のどちらにも出入りしているサプライヤーに対してのヒヤリングを行い，仕様の提示タイミング，要求事項，設計マージン等について，競合と比較してもらった。また，デジタル・エンジニアリング・プロセスについては，他業種のベストプラクティスとのベンチマークを行い，

・どのようなプロセスか
・これまでどのような目標と取り組みを行ってきたか
・施策と効果は

といったことをヒヤリング，工場見学も行い，その取り組みに対して，自分達なりの革新目標設定に向けたベンチマークを行い，刺激を得た。

[33] RFP: Research For Proposal は，サプライヤー選定にあたり，要求仕様の実現可否について，顧客からサプライヤーに出される検討依頼書である。この要求を実現できるかを期日までに顧客に回答し，入札が行われる。

表 4-1: 活動合意のための共有情報

視点	活動合意のための共有情報
市場、顧客視点	・顧客から毎年出されるベンダーの評価結果の確認 →開発品の品質、納期、コストダウンへの取り組み状況 →量産品の品質、納期、コストダウンへの取り組み状況 →新製品への提案、RFPへの対応状況 →クレーム、トラブル時の発生時の対応状況 等
競合視点	・顧客から毎年出されるベンダーの評価結果の確認 ・競合にも出入りしているサプライヤーからの評価ヒヤリング 等
ベストプラクティス視点	・デジタルエンジニアリングへの取り組みが熱心な企業への見学と勉強 等

4.3.3 手順 3: ありたい共通プラットフォームとデジタル・エンジニアリング・プロセスのステップイメージの検討と共有

現状の問題点共有をじっくり行ったため，革新活動の必要性理解は，各部門とも深まった。しかし，どこから始めればよいのか，どのようなスケジュールで始めればいいのかがあいまいなため，その不安を取り除くためにも，ありたい姿の議論とステップアッププランの構築の議論を行った。

ありたい姿の検討にあたっては，

・共通プラットフォームを構築
・デジタル・エンジニアリング・プロセスの構築

の 2 視点に則り，検討を行った。

表 4-2: ありたい姿の検討

出典: B 社資料

視点		具体例
共通 プラット フォーム 構築	顧客要求の先行把握	・市場別製品ロードマップを統合した共通化検討プロセス構築
	提案型による仕様検討	・共通化/標準化によるコストメリットをふまえた先行仕様提案体制作り
	先行開発の推進	・市場別製品ロードマップから技術ロードマップへ展開
	ベストプラクティスの研究	・トヨタ、NOKIAといったベストプラクティスの共通プラットフォームについて研究
	ステップアッププランとナレッジ化	・ありたい姿に到達するためのステップアッププランに則った革新活動 ・組織に定着、他プロジェクトへ展開するための活動とシステム
デジタル エンジニア リング プロセス 構築	3Dデータの徹底活用	・3Dデータを徹底活用する設計～製造プロセスの構築 ・生産技術、製造部門のスキルアップ教育と環境作り
	DFx活動の推進	・組立性、製造性、試験性等を設計段階から実現するためのプロセス作りと組織ミッション見直し
	ステップアッププランとナレッジ化	・ありたい姿に到達するためのステップアッププランに則った革新活動 ・組織に定着、他プロジェクトへ展開するための活動とシステム

(1)共通プラットフォーム構築

顧客要求に全て対応することによる設計工数の増大とコストアップから脱却するためには，複数の顧客を見据えた共通プラットフォームを構築することで，

・設計の効率化
・製造組立，評価コストの削減
・部品共通化による品質向上，コストダウン，開発リードタイム短縮

を狙った。

一方，無理な共通化は顧客に対し，無理な仕様を押しつけることにより，顧客満足度を阻害するため，共通プラットフォームを活用した QCD 向上のメリットをふまえた顧客との仕様検討，提案が必要になる。

これらを実現するためにも顧客毎の商品ロードマップを入手し，共通プラットフォームを先行検討し，顧客との仕様折衝時に検討を間に合われる必要があった。

共通プラットフォーム検討にあたり，図 4-5 のような検討フロー/ロードマップのレイヤーを考えた。

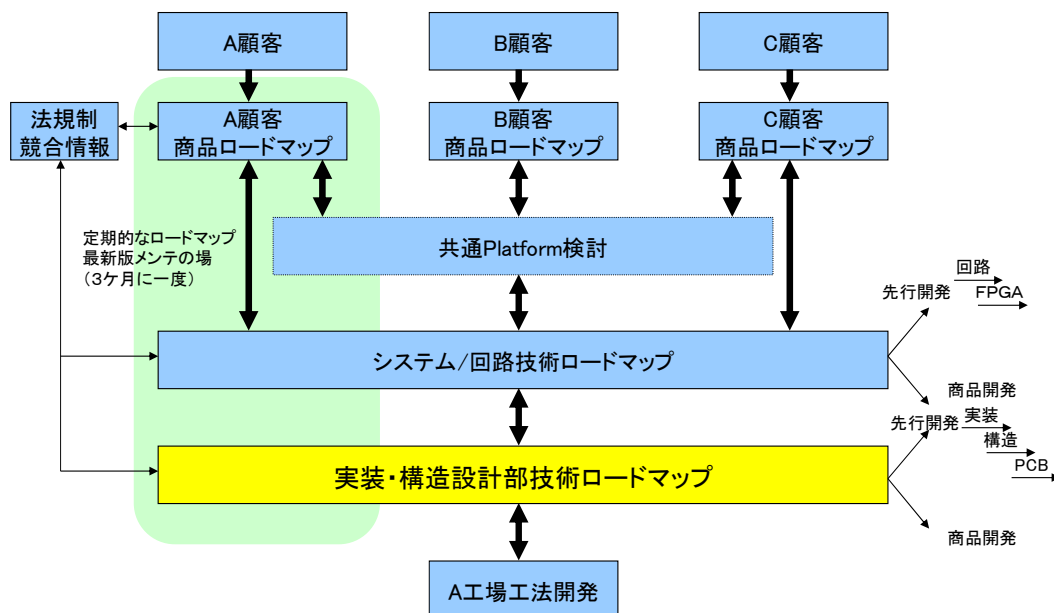



図 4-5: ロードマップのレイヤー

出典: B 社資料

この共通プラットフォームを構築するためには，各顧客担当別製品企画部，回路設計部とのコンセンサスを得ることが最も必要であった。

コンセンサスを得るために，ベストプラクティスの取り組みを学ぶということで，最もプラットフォーム構築が進んでいる業界事例として自動車業界を取り上げ，トヨタの共通プラットフォームについての勉強会を行った。

自動車における共通プラットフォームは車台といわれるものである。

自動車における製品開発ステップは大きく 3 つに分かれているといわれる。一つ目のステップは先行開発，これは車台といわれる共通プラットフォームとパワー・トレインといわれるエンジン周りを対象とした先行開発である。自動車の製品開発はこの共通プラットフォームとパワー・トレインを車種間で流用，共通化する。最も基幹となり，かつお客様にあまり見えない部分を先行開発，共通化することで，QCD の作り込みを先行して行うということである。二つ目のステップは車種開発である。これは先行開発した共通プラットフォーム，パワー・トレインを活用し，新たにボデーそ

の他部品を開発設計，製造し，最終的に自動車として完成させるステップである。三つ目はマイナー・チェンジのステップである。これは二つ目のステップで開発した製品のマイナー・チェンジを図るステップである。

この自動車の共通プラットフォームという概念は，携帯電話端末メーカーのNOKIA もその思想を取り入れているといわれている。例えばこれまで機種別にできるだけ最短のケーブルの設計・製造をしていたが，世界中に出荷する製品のケーブルは多少長くなってもいいから，スケール・メリットが出るよう共通化を図るように方針を変更したそうである。

このような共通プラットフォームの概念・構築のメリットを顧客担当別の製品企画，システム/回路設計担当にも理解してもらい，その構築に向けた活動をスタートさせた。

■プラットフォーム（車台）の標準化/共通化
(1)開発期間短縮活動『AD21』
・1995年頃から本格的に開発期間短縮活動を始め、1998年ごろに、その活動名を『AD21』とした
・活動のポイントはプラットフォーム標準化/共通化
(2)プラットフォーム（車台）の標準化/共通化メリット
・膨大な数と種類がある部品やシステムの共有化も促し、部品を生産する部品メーカーの合併や再編も促し、時には3割ものコストダウンが図られる
(3)『AD21』による新標準プロセス
・『プラットフォームが新設または改良の場合は外観デザイン決定から量産までが18ヵ月で先行試作と正式試作が各1回』
『プラットフォーム基本流用の場合は15ヵ月で正式試作1回のみ』
『プラットフォーム100%流用の場合は12ヵ月で試作なし』
という標準開発パターンを設定
・主要な乗用車では、軽自動車、800cc、リッターカー(ヴィッツ他)、大衆車(カローラ他)、小型車(コロナ他)、中型車(カムリ他)、上級車(プログレ他)、高級車(クラウン他)の8種類とし、これに加えて、主要な商用車は、軽、ハイラックス、デュトロの3種類に集約されて、合計で11種類

自動車の場合、顧客の目に見えないプラットフォーム（車台）部分は共通化し、目にふれるボデー、内装等でバラエティー化を図っている

図 4-6: トヨタのプラットフォーム

出典: 日経ビジネス(2002)他を元に筆者作成

4.3.4 手順 4: 新プロセス構築・運用と共通プラットフォーム構築に向けた提案

共通プラットフォーム構築にあたっては, 顧客要求の先行把握, 予測が必須である。そのために複数顧客を横ニラミした商品・技術ロードマップを検討した(図 4-7)。

ロードマップは縦軸が最も重要になることはいうまでもない。縦軸は，市場・顧客動向，競合動向，必須技術動向，キーデバイス動向をインプットとしてとり，アウトプットとして，スペック目標，先行開発計画，共通プラットフォーム開発計画，商品開発計画，教育・訓練計画とし，実現するための議論と合わせ，構築を行った。

共通プラットフォームの仕様検討(図 4-8)にあたっては, 顧客への先行提案計画，コストとのトレードオフとの検討が必須である。また仕様変更可能なスペック目標も考えておく必要がある。検討アイテムとして,

・部門間での方針の合意
・仕様変更可能範囲の合意
・価格低減余地の合意
・オプションをふまえたリードタイムの合意
・オプションの追加価格の合意
・顧客の仕様変更範囲の予測

を挙げ，検討を行った。

この技術ロードマップと共通プラットフォームの検討をふまえ，ありたいステップを検討した。ありたいステップは技術ロードマップと連動し，関連部門がどのようなマイルストーンでどういう状態にしたいかを見えるようにしたものである

	2007年	2008年	2009年	2010年
市場、A,B,C社動向				
競合動向	実装・構造部門が先行開発、プラットフォーム構築、人材育成等を フロントローディングするための必須情報のトレンド →商品企画、ハードに聞く、わからなければ顧客に直接聞く！ （そこにビジネスチャンスがあるかも？）			
必須基板実装密度、ラック、重量、端末動向				
FPGA等キーとなるデバイス動向				
発熱量、消費電力、EMC、ESD等	★実装・構造部門で解決すべき技術目標を整理する			
先行開発計画 評価技術開発計画	実装・構造部門の目指す設計生産性、フロントローディングといった 戦略計画をもとに、先行開発、プラットフォーム構築、人材育成等を フロントローディングするためのシナリオと展開計画を立案する ＋各開発テーマへの適用計画			
共通プラットフォーム整備計画				
各開発テーマへの適用計画				
教育・訓練実施計画				

図 4-7: 実装・構造設計の技術ロードマップ

出典: B 社資料

標準品だけでは他社に対する差別化、顧客に対する先行提案にも限界があるため、どこまでは簡単に仕様変更可能か、どこからが開発が必要ということを商品企画、営業と開発で合意しておくことが重要である。

部門間での方針の合意

仕様変更可能範囲の合意

価格低減余地の合意

仕様		標準	仕様変更対応範囲
ﾕﾆｯﾄA	方式	A	―
	入力	A	±10.0
	出力	A	−5.0～+2.0
	I/F	A	A方式orB方式
ﾕﾆｯﾄB	方式	A	―
	入力	A	±10.0
	出力	A	−5.0～+2.0
	I/F	A	A方式orB方式
電源		A	100V～250V
設置方式		A	A方式orB方式
筐体	色	A	A,B,C,D(E,Fのみｵﾌﾟｼｮﾅﾙ価格)
	方式	A	A

★標準品であれば、値引きは5%までOK
★販売数増による価格ダウンは10000個増加で3%ﾀﾞｳﾝ

オプションをふまえたリードタイムの合意

オプションの追加価格の合意

顧客の仕様変更範囲の予測

図 4-8: オプションをふまえた仕様展開例

表 4-3: ありたいステップ

出典: B 社資料

時期、ステップ	2007/10 トライアル準備	2008/1 トライアル確認	2008/4 本格始動
システム	・ディレクトリオープン	・webテストオープン	・web本格立上
管理者	推進室	推進室＋トライアル担当	専任体制
教育	トライアル担当向け	トライアル＋社内全体	・オフショア/e-learning準備
設計フロー	・暫定版完成	継続的改善	継続的改善
ドキュメントテンプレート	・開発計画書 ・要求仕様/設計仕様書 ・DRチェックリスト ・振り返り/品質分析	継続的改善	継続的改善
基準/ガイドライン	・作戦会議/開発計画書 ・各ドキュメント用 ・3Dモデリング ・部品データ活用 ・外注受入基準 ・リスク管理/問題管理	継続的改善	継続的改善
スキルテスト	・公開、トライアル実施	継続的改善	継続的改善
部品データ	・現状分を登録	・ベンダー分も登録 ・運用ガイドライン検討	・本格登録、運用開始
業務指標/KPI	・まずは流出不具合管理/振り返り＋教育	・運用確認	・新KPI検討開始

SAMPLE
→今後の活動計画立案へ

4.3.5 手順５: 新デジタル・エンジニアリング・プロセスのさらなるブラッシュアップと水平展開

(1)の共通プラットフォームをベースにした技術ロードマップ，ありたい姿をふまえ，実装・構造部門ではデジタル・エンジニアリング・プロセスの検討を開始した。

4.2.1 手順 1: 現状の問題点分析でも述べたように，本プロセス改革においては一足飛びにありたい姿の実現はできないことは明らかであった。そこで，

・ありたい姿の検討・イメージ化
・ありたい姿を実現するまでのマイルストーン設定
・マイルストーンを実現するためのモデル・テーマでの実践，ナレッジ化，他プロジェクトへの水平展開
・ありたい姿実現に向けたさらなる改善

というステップで進めることにした(表 4-3)。
ありたい姿の検討にあたっては,

- ・全体開発プロセスのありたい姿イメージ(図 4-9)とその中での実装・構造部門の役割
- ・実装・構造設計周りの開発プロセスのありたい姿(図 4-10)

の 2 種類を検討, 共有し, 今度はそれを実現するための途中のマイルストーンの実装・構造プロセスの検討を行った。

全体開発プロセスのありたい姿の検討にあたっては, 製品企画部門, 回路設計部門, 生産技術部門にも入ってもらい，商品・技術ロードマップ，共通プラットフォームを効果的に活用，運用していくためのイメージを描くべく議論を重ね，作成した。

実装・構造設計周りの開発プロセスのありたい姿，またその途中のマイルストーンの検討にあたっては，主に実装・構造設計部門と生産技術部門で行った。

ありたい姿の検討にあたっては,

- ・コスト最小化
- ・開発期間最短化
- ・品質最大化
- ・技術資産最大化

を視野に入れ，かつブレークダウンし，それがイメージできるような表 4-4 をもとに議論を行った。

この視点を元にありたい実装・構造設計～生産準備のありたいプロセスを検討した。

当然，3D データは徹底的に活用し，データ変換は人を介さずにツールを活用し，できるだけ図面レスでといったことを議論しながら検討を重ねた結果，図 4-10 のような当面の目指す姿が作成できた。

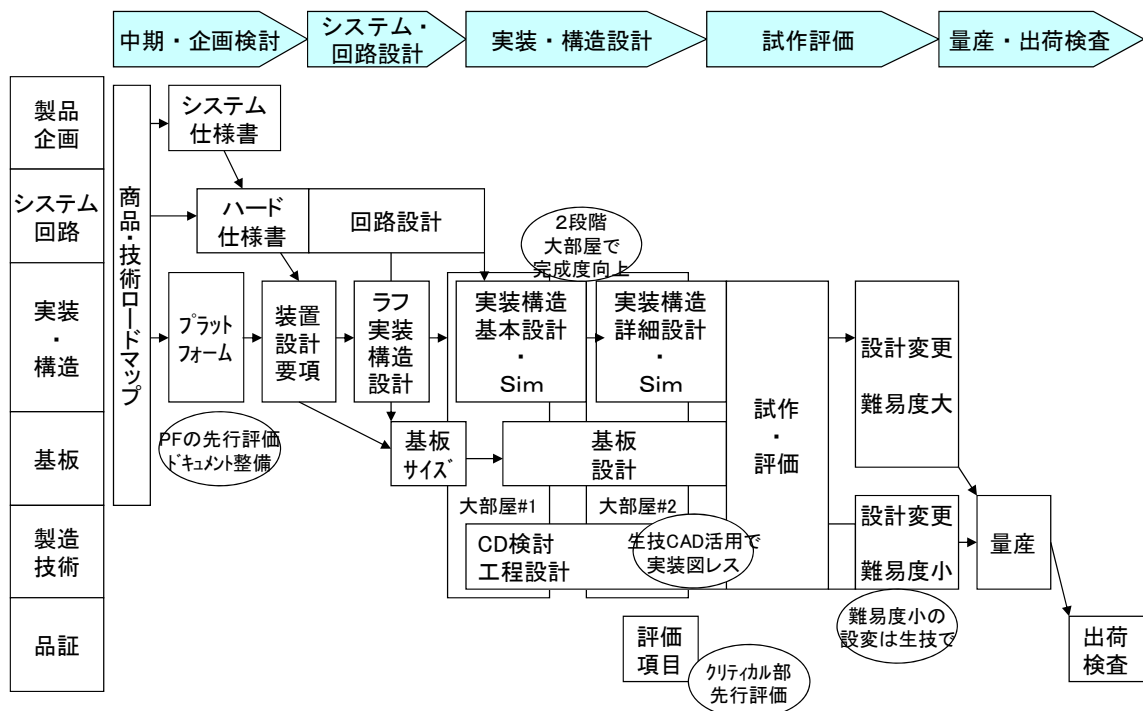



図 4-9: ありたいコンカレント・プロセス

出典: B 社資料

表 4-4: ありたい姿の設定にあたっての視点例

出典: B 社資料

視点				具体例
コスト最小化	開発工数最小化	重複なし	データ	・設計が作成したデータを製造も使用している
			業務	・受入れ検査は1回
		手戻りなし		・組み立て性や公差に関する設計変更がない
	試作回数最小化			・CAEの実施により、試作回数がミニマムになっている
	部品費最小化			・PDMとERPがリンクしており、開発源流段階から部品費・加工費（品質ばらつき等によるロスコスト含む）を考慮した部品選定がなされている
開発期間最短化	完成度向上の前倒し化（早期評価）			・CAEの実施により、試作前に評価ができている
	手待ちなし			・3Dデータを使って部門間のパラレル化が図られている
品質最大化				・構想設計フェーズにおける3Dデータ活用により、自由度が高いフェーズで衆知が結集できている
技術資産最大化				・材料物性値データベース構築目標に則ったCAE／実験データを蓄積している

次に，この当面の目指す姿を実現するための成功の条件についての議論を行った。つまり，この目指す姿を最終的に実現するために，まず実施すべき事，トライアルしたいことをマイルストーンで設定し，モデル・プロジェクトでトライしようというわけである。

成功の条件として，

- 商品・技術ロードマップ/開発プラットフォームによる共通化促進
- 開発難易度によるプロセスランク設定による開発のメリハリ
- さらなる図面統合
- CAE ツール統合
- 全部門が 3D/CAE 活用可能（企画，ハード，購買，生産技術，品証）
- 購買，部品メーカーとの部品データ連携

が挙げられた。

製品企画，システム/回路設計　実装・構造設計　生産技術，工場

商品・技術ロードマップと開発プラットフォーム整備・共有

システム設計要項 /ハード仕様

開発計画・実装設計要項、開発ランク決定 →公式レビューの回数決定

ハード設計

構想設計（3Dで大物レイアウト、原価・工数試算開始）

基本設計（3Dで部品レイアウト、組立性・製造性評価）

Design Review（市場性評価）・MR→スキップ有り

詳細設計（3D→2Dで部品図、製造性評価、3D図活用）

量産試作・評価

CD開始

OKなら量産

作業指示書 実装図作成 →早期着手・完成 →図面統合促進

■成功の条件
・商品・技術ロードマップ/開発プラットフォームによる共通化促進
・開発難易度によるプロセスランク
・さらなる図面統合
・CAEツール統合
・全部門が3D/CAE活用可能（企画、ハード、購買、生産技術、品証）
・購買、部品メーカとの部品データ連携

図 4-10: ありたい実装・構造設計・製造プロセス

出典: B 社資料

これらの実現を視野に入れ，マイルストーンをふまえたモデル・プロジェクトでのトライアルを行った。

今回のモデル・プロジェクトでのポイントは，

・基本設計段階での実装・構造担当，生産技術担当共同での 3D-CAD/CAE を活用した部品レイアウト，組立性・製造評価

である。従来は試作品ができてから製造性・組立性に関する指摘が生産技術担当から実装・構造担当へ提案があったことを集中検討会と銘打ち，3D-CAD/CAE を活用した部品レイアウト，組立性・製造評価を基本設計段階で行ったということである。

今回の計画検討の際に，実装・構造設計担当と生産技術担当で連携プロセスを検討したわけであるが，その際，生産技術担当から，以前から作成している実装図面，機構組立図面を無くし，3D データを活用して，製造指示を与えることが出来るのでないかという提案が出てきた。しかし，作業手順書については，暫定的に詳細に記述する必要があるが，今後はそちらにもメスを入れることができるはずであるという意見も出てきた。

結果的にこれらの提案とモデル・プロジェクトでの検討プロセスをふまえ，モデル・プロジェクトでフロントローディングのトライアルを実施した。

実施にあたっての成功条件として，

・生産技術の時限的設計拠点駐在
・生産技術メンバーの 3D 活用スキル向上＋工場へのツール導入
・設計者のマルチ案件対応軽減
・図面等統合による QMS，DR，MR 見直し

といったことが上げられ，

・生産技術の時限的設計拠点駐在
・設計者のマルチ案件対応軽減

については，管理職へ相談，工数，体制も含め，協力をしていだき，

・図面等統合による QMS，DR，MR 見直し

については出来る範囲で実施し，できたことは設計規定化，できなかったことはありたいプロセスにフィードバックするという方向で進めた。

・生産技術メンバーの 3D 活用スキル向上＋工場へのツール導入

については，スタッフによる教育を充実させた。

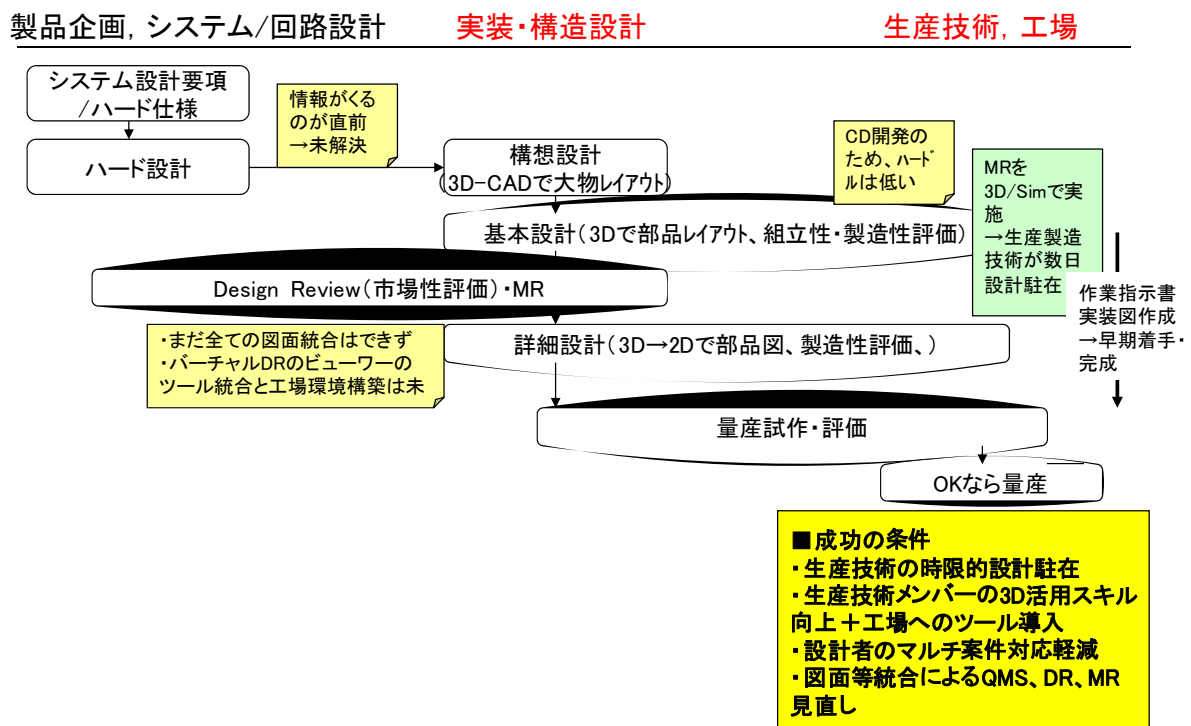



図 4-11: 当面の目指す実装・構造設計・製造プロセス

出典: B 社資料

4.4 成果

最終的に得られた，成果・効果は，表 4-5 のとおりである。

本事例においては期待される設計部門の工数的な直接的成果は見えにくい。しかし，設計の源流完成度が上がっていると思われるため，試作評価，量産評価，フィールドでの品質トラブルが削減され，かつコストダウン効果も予想されるため，ライフサイクル全般を見据えての効果は絶大と思われる。プロジェクト実施直後では，後工程で

ある生産技術部門はデータ共用化により，直接的な成果が見えたといえる。

表 4-5: B 社事例における成果･効果

出典: B 社資料

	従来	今回
作業手順書作成工数	150H（生産技術単独作成）	100H（但し、設計分+40H）
実装図作成工数	50H	0H
機構組立図作成工数	50H	0H
ケーブル長算出工数	100H	50H
製造手戻り	過去のMR指摘A欠点に対応する工数で目算予したところ、設計トータルで200H削減	

4.5 考察

B 社の事例では，これまでの設計部門中心の 3D-CAD 活用から生産技術部門とのデータ連携による開発期間短縮，効率化を狙い，そのための作戦を基本設計のスタート段階にて設計，生産技術でプロセス革新構想を練り上げ(フロントローディング)，革新を行った結果，大幅な成果・効果を上げることができた。

このような取り組みはデジタル・エンジニアリング革新と一般的にいわれるが，第 8 回開発設計マネジメントに関する実態調査(JMAC, 2007)結果を見てもわかるように，まだまだ各企業では取り組み半ばである。BOEING 777 開発のように大規模な単一プロジェクトではトップダウンでやりやすいが，複数の商品開発プロジェクトを抱える大多数の企業では，このような取り組みを全面展開することは難しい。本事例のような取り組みをナレッジとして，かつ成果･効果を組織全体にアピールしていくことで，全プロジェクトへの展開の素地が図られていくことはいうまでもない。

本取り組みは個別受注型の開発のため，結果的にお客様の要求にミートする納期で開発・納入できれば良いため，開発期間短縮効果は挙げていないが，

・作業手順書作成工数

・実装図作成工数

・機構組立図作成工数

・ケーブル長作成工数

・製造手戻り削減

といった開発設計以降で大幅な成果・効果が出ている。この成功要因として，

・商品ロードマップを活用したプラットフォーム構想を描くことによるありたい姿の共有

・過去プロジェクトの振り返りによる弱点の補強構想とありたい姿の検討

・開発設計源流段階での目標共有とコンカレント構想

といった知恵のフロントローディングを行い，実施したことが上げられる。

また，組織全体での革新の必要性の合意，マネジメントの革新活動への支援といったことも重要なファクターとして挙げられる。

現在，B 社では全商品プロジェクトに本取り組みを水平展開すべく，革新活動を継続されている。

設計ツールを初めとする IT 環境も日進月歩である。デジタル・エンジニアリングを推進するためには効果的な IT ツールの導入も必須である。システム・ベンダーとの情報交換，ベストプラクティスの研究もさらなる革新の必須要素である。

4.6 おわりに

ここでは，本章のまとめとして，(1) 過去プロジェクト振り返り展開，(2) ありたい姿から牽引，(3) 振り返り結果のプロジェクト間交流という 3 つの視点を用いて整理し，プロジェクト・ナレッジ・マネジメントの視点を加味して解釈を加える。

(1)過去プロジェクト振り返り展開

B 社では今回の取り組みを始めるにあたり，現状プロセスの分析と手戻り状況について，設計担当と生産技術担当で行った。これが過去プロジェクト振り返り展開といえる。

実装・構造設計部門は一般的に回路設計部門の後工程とされることが多く，かつ製造部門からの出図要求との板挟みになり，開発期間のしわ寄せの不満がたまっていることが多い。そのためにも振り返りを自分たちだけでなく，生産

技術部門と合同で行い，共同で課題共有と改善につなげたことが良かったといえる。

(2) ありたい姿から牽引

本事例におけるありたい姿設定においては，生産技術部門と連動したプロセス革新プランだけでなく，プラットフォーム型開発とそれを牽引する商品・技術ロードマップの領域にまで踏み込んだことが，大きな改善テーマ抽出につながっているといえる。ありたい姿の検討の際には，顧客も含む開発プロセス全体まで見据えることが重要ということが教訓である。

(3)振り返り結果のプロジェクト間交流

事例 1 でも述べたが，仕向地別対応でない共通部門のナレッジは，組織間に展開しやすいのはいうまでもない。B 社の実装・構造設計部門も同様に共通設計部門である。共通部門である生産技術部門もまた同様である。しかし，前述したように，業務システム，定着という観点から考えると，製品・技術特性をふまえた品質マネジメントシステム化，教育・訓練は必須である。また，設計の後工程といわれる部門が，上流の顧客対応別の製品企画，上流の設計部門にプラットフォーム化を働きかけることは，QCD の面からもナレッジ・マネジメントの観点からも大きな意義がある。

第 5 章: 事例 3: 技術ロードマップを活用した事例

5.1 はじめに

本事例は，技術ロードマップを活用した事例である。技術ロードマップは技術部門の中長期計画ともいえる。このツールを使い，技術部門はもとより，各関連部門を同時並行してフロントローディングさせた事例である。

5.2 分析対象

5.2.1 C 社概要

C 社概要は以下のとおりである。
・業種/製品： 電子デバイス設計・製造業
・ビジネス特性： 顧客向けカスタマイズ（顧客はエレクトロニクス・メーカー）
・組織：
　・商品企画部： 新規商品の企画・マーケティング
　・開発設計部設計課： 回路設計，実装設計
　・開発設計部技術企画課： 図面管理，技術ロードマップ管理，革新活動事務局
　・生産技術部： 生産性向上/工法・プロセス改善，設備改善
　・製造部： 製造，検査
　・品質保証部： 出荷検査，品質システム管理
　・営業部： 受注活動
　・材料開発部/購買： 新規材料の開発・評価，調達
・競合： 日本メーカー，韓国メーカー，台湾メーカーであり，類似機能のデバイス・メーカーも競合となりうる
・設備産業のため，出来る限り設備を効果的に活用し，投資を抑えたい
・主材料は外部調達のため，材料メーカーと連携した先行開発で業界のイニシアチブを握りたい

5.2.2 本事例における主たる分析対象

本事例においては，下記の組織が主たる分析対象として関わった。

・商品企画部
・開発設計部設計課
・開発設計部技術企画課
・生産技術部
・営業部： 受注活動
・材料開発部/購買： 新規材料の開発・評価，調達

5.3 本事例における革新ステップ

本事例の展開においては，図 5-1 のようなステップで進めた。

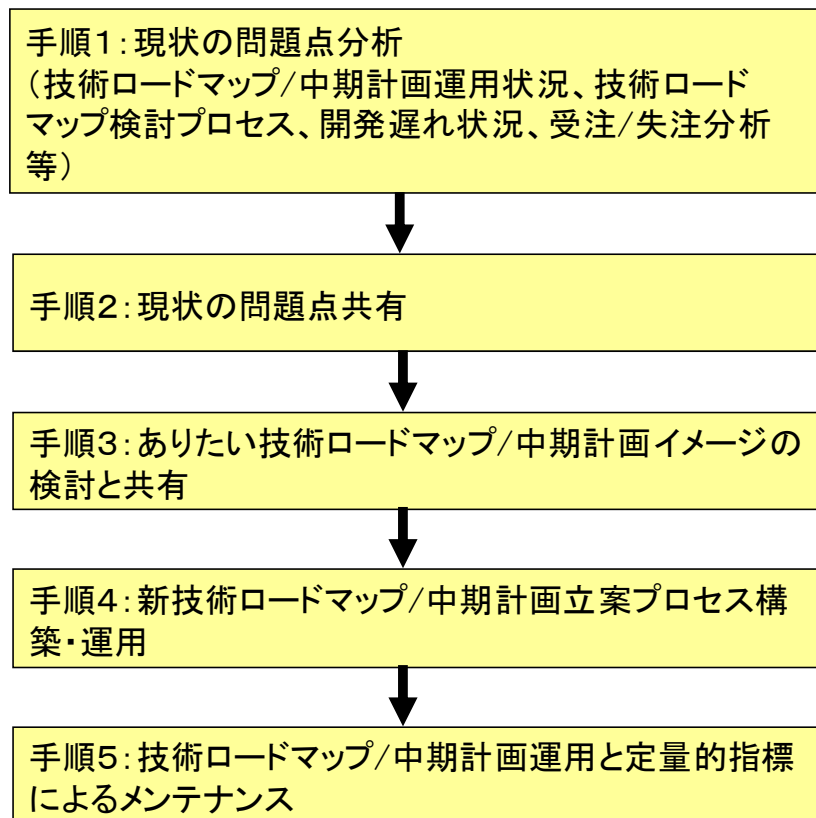



図 5-1: C 社の革新ステップ

5.3.1 手順 1: 現状の問題点分析

現状の問題点分析実施にあたってはまず，各部署の部課長が集まり，ディスカッション/現状分析を行った。分析の視点は，

・技術ロードマップ/中期計画の運用状況とうまくいっていない理由について
・技術ロードマップ構築・運用プロセスについて
・開発の遅れ状況とその原因について
・顧客に対しての受注・失注状況とその原因について

である。

分析の詳細は以下のとおりである。

(1)技術ロードマップ/中期計画の運用状況

中長期をイメージした計画書類という観点にて，各部門で棚卸ししたところ，

・中期計画
・商品ロードマップ
・技術ロードマップ
・先行開発計画

が挙げられた。

C 社における中期計画は今後 3 年間の経営計画であり，毎年 11 月から 2 月にかけて作成される。中期計画は各部門の部長以上で検討される売上，利益目標の設定と，それに対するマクロなアクションプランであった。

C 社における商品ロードマップは営業部，商品企画部が顧客提案向けに作成しており，競合動向をふまえ，顧客から受注するために，自社の実力以上のなるスペックがトレンドで記載されているものもあり，図 5-2 のようなフォーマットで作成されていた。

C 社における技術ロードマップは，技術企画課主導で作成しているキースペックを含む管理すべき全てのスペックのトレンドに則った一覧表であり，管理項目は 50 項目にも及ぶ。図 5-3 のようなフォーマットで作成されていた。

C 社の開発設計部隊は中期計画，商品ロードマップ，技術ロードマップとも日常業務とかい離が激しいため，先行開発計画書を作成していた。これは自分達の先行開発を推進するために独自に作成しているものである。

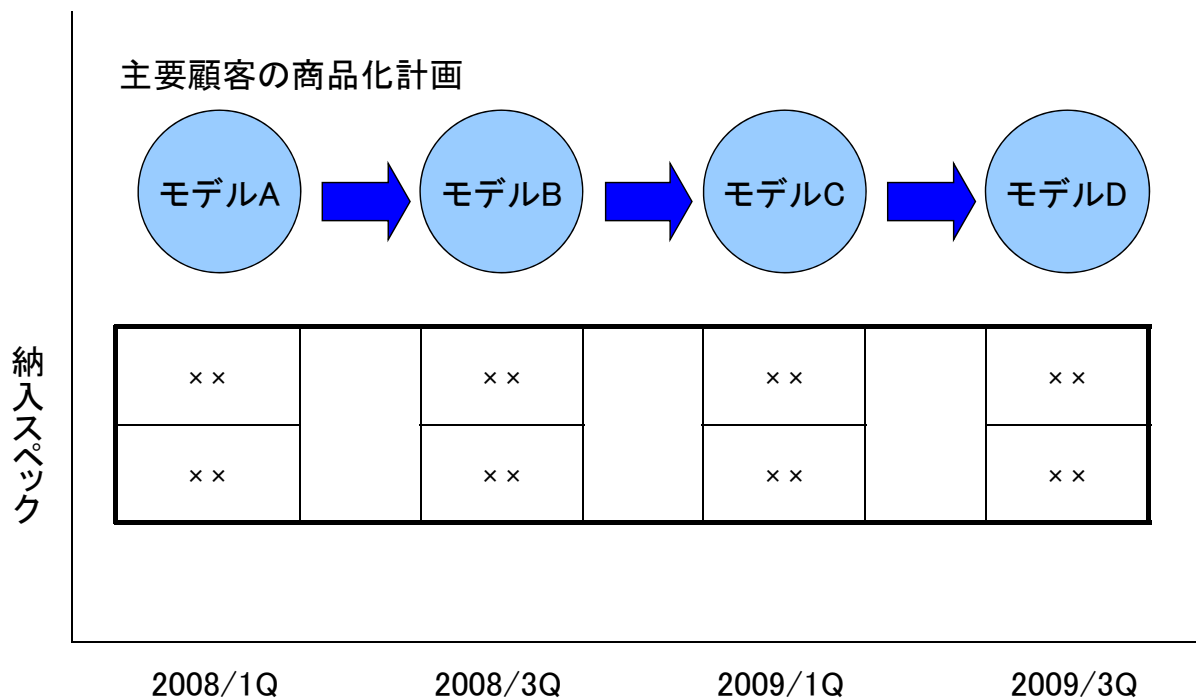



図 5-2: 現状の商品ロードマップ

出典: C 社資料をもとに筆者作成

管理項目	2007/1Q	2007/3Q	2008/1Q	2008/3Q	2009/1Q	2009/3Q	2010/1Q	2010/3Q	2011/1Q	2011/3Q
サイズ										
コスト										
消費電力										
効率性										
熱										
EMC										
ESD										
初期歩留まり										
・・・										
・・・										

図 5-3: 現状の技術ロードマップ・フォーマット

出典: C 社資料をもとに筆者作成

(2)技術ロードマップ/中期計画の構築・運用プロセス

次に技術ロードマップ/中期計画の構築・運用プロセスについての問題点整理を行った。

中期計画策定に関する問題点を抽出するべく，中期計画立案プロセス，中期計画と計画遂行状況に関するプロセスの分析を行った。プロセス分析の実施にあっては，図 5-4 のように，年間の構築，運用の現状に沿って問題点の洗い出しを行った。

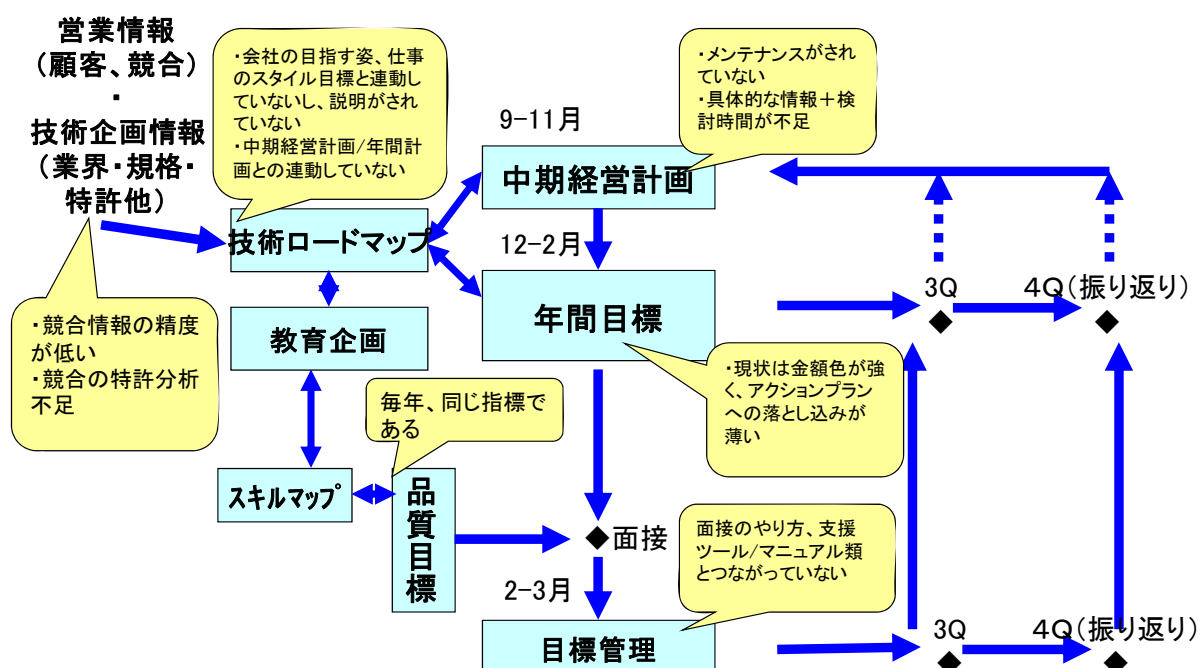



図 5-4: 中期計画策定プロセス振り返り分析

出典: C 社資料をもとに筆者作成

中期計画立案者が声を揃えていうことは，

・我が社の中期計画は絵に描いた餅になってしまっている

・トップ向けの数字中心の計画であり，右上がりになっていないとトップから指摘が入り，根拠無き右上がり修正を行っている

・中期計画立案直前から，市場，顧客，競合調査を開始するため，精度の低い，限られた情報で計画を立案している

・限られた期間の限られた時間で限られたメンバーが質の低い検討をしているため，適切なアウトプットになっていない

・数字中心の計画であり，具体的に推進するために何が課題で，その課題を打破するための方法については議論されていないし，展開されていない
・立てられた中期計画は年度の途中での振り返り，見直し，計画修正は行われておらず，次年度まで引き出しの中とのことであった
・次年度の中期計画立案時にも，前年度の中期計画はなぜうまくいかなかったのかといった振り返りと原因分析はなされていない

とのことであった。これらを同時に改善していくことが必要とされた。

C 社の商品ロードマップは営業部と商品企画部中心で作成しており，開発設計部とは情報交換が不足しているとのことであり，開発設計部門も交え，商品ロードマップ自体の問題点を抽出した。

C 社は個別受注型のメーカーであるため，主要顧客の声を取り入れること，受注することは絶対条件である。よって，主要顧客の商品化計画にミートするような商品ロードマップが作成されていた。しかし，この商品ロードマップ作成は主要顧客への提案，受注を意識しすぎ，社内各部門（設計，生産技術部門等）の意向はほとんど取り入れておらず，できるというよりは，ありたい，受注目的のスペック中心のものであり，結果的にこの商品ロードマップにて顧客との受注活動が行われていた。受注が決まった後に社内各部門へ報告され，大騒ぎとなるケースが多かった。設計部門曰く，営業と商品企画部門が勝手に作成し，勝手に受注してくるための商品ロードマップであるとのことであった。

また，同時にこれまでの案件の受注・失注分析を行った。これまでは競合に比べ，コスト競争力がないから受注できなかったが言い訳になっていたが，営業も交えて，かつ顧客へのヒヤリングを行った結果，コスト競争力はもちろんであるが，顧客の将来ニーズを的確に想定し，先行提案ができていなかったことも浮き彫りになった。

C 社の技術ロードマップはこれまで主に，技術企画部門単独主導で作成しており，中期計画検討時点でトップ向けに作成することが主目的となっていた。管理すべきスペック項目が 50 項目を超え，トレードオフを検討しないといけない項目についてのアクションについては特に言及されておらず，これも設計部門曰く，技術企画部門が勝手に作成する絵に描いた餅が技術ロードマップであるとのことであった。

中期計画，商品ロードマップ，技術ロードマップを活用する主たる組織であるはず

の設計部門では，これらがうまく自業務に活用できないため，自分達用に先行開発計画書というものを作成し，運用していた。この問題点は自分達で入手できる情報のみをインプットし，できるリソースの範囲内での先行開発計画書だということであり，戦略的に何を先行開発せねばならないかという観点が抜けており，また将来を見据えての主要顧客との連携プラン，研究部門への先行開発委託テーマ，人材開発・リソース調達，特許取得プランというような先行開発促進のための段取り，社内根回し情報などは全く考慮されていなかった。

5.3.2 手順 2: 現状の問題点共有分析

これらの技術ロードマップに類する計画類が社内に乱立しているため，事業部長，設計部長からこれらの統一と末端への展開指示があり，本当に使える中期計画/技術ロードマップ構築に向けた活動が開始された。そのためにまず，手順 1 で実施した現状の問題点分析結果を各部門の課長以上で共有するためのミーティングを実施し，改善の必要性を合意した。

また，これまでの受注・失注の原因分析も実施され，特に失注の原因については深く検討された(図 5-5)

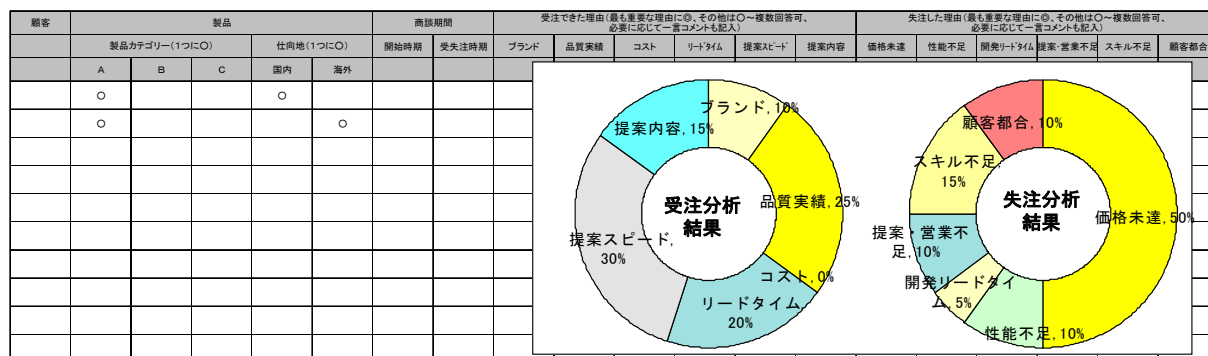



図 5-5: 受注・失注分析

出典: C 社資料をもとに筆者作成

5.3.3 手順 3: ありたい技術ロードマップ/中期計画イメージの検討と共有

ディスカッションにあたり，各部門とも自分達の実施していることは間違っていないと思っているため，当然ギクシャクしたところからスタートしたが，まず，意識合わせとありたい姿を検討，共有するための土曜日集中検討会が企画された。結果的に3カ月で5回の土曜日が費やされた。その中でまず以下のステップで検討が開始された。参加者は設計部長，設計課長，営業部，営業課長，商品企画部長，課長，技術企画課長，生産技術部長，課長であった。

技術ロードマップ/中期計画を効果的に活用できているありたい姿のキーワードとして，表 5-1 のように合意した。項目としては，

・技術ロードマップ/中期計画類の管理工数/コスト，手戻りが最小

・技術ロードマップ/中期計画類の活用性向上

・技術ロードマップ/中期計画類の事業成果直結

が上げられた。

検討会当初はこれまでのロードマップがうまく活用できていない理由を他部門のせいにするという状態からスタートしたが，ありたい姿のキーワードを共有することで，徐々に方向性が合意，明確化され，これはまさに，集中検討会を通じて，チーム・ビルディング，場の生成が行われたと言える。チーム・ビルディングが行われ，初めて質の良い技術ロードマップが構築，運用され，結果的に事業成果とプロジェクト・ナレッジ・マネジメントにつながったということである。

図 5-6: 技術ロードマップ検討を通じて，部署間でチーム・ビルディング

表 5-1: ありたい姿のキーワード

出典: C 社資料

視点		具体例
管理工数/コスト/手戻り最小化	類似計画書類が最小限	・類似計画書類の統合
	効果的メンテナンス	・いつも最新版にメンテされ、使いたいときに使える
	閲覧性	・関係者が簡単に見られるようになっている
	プロセスと責任定義	・構築、運用プロセスと管理者の設定
	管理コスト最小化	・無理に専用ソフトを使わず、お金をかけずに活用、管理する
活用性向上	必須情報網羅	・各部門の欲しいデータが網羅されている
	活用教育	・ユーザーに対しての活用レベルアップのための教育実施
実務成果直結	開発テーマの妥当性判断	・市場、顧客要求と競合動向が見える ・自社の強み/弱みと連動
	開発テーマの遅延削減	・共通化、標準化テーマの設定 ・選択と集中 ・設計品質向上に伴う試作回数削減
	コンカレントのあり方見直し	・開発期間短縮/フロントローディングに伴うミッション/開発プロセス見直し
	先行開発、人材育成加速	・不足技術、技術開発目標が見える

5.3.4 手順 4: 新技術ロードマップ/中期計画立案プロセス構築・運用

技術ロードマップの再構築にあたってはまず，市場・競合の動き，トピックスの棚卸しを行った。

・現状の延長上の市場の動きは

・類似・関連業界の市場の動きは

・現在の競合は何をやろうとしているか

・今後想定される競合の動きは

・顧客満足度状況は

・競合との強み，弱みは

等のディスカッションを開始したが，これらの情報がいかに社内にないか，あったとしてもシェアされていないかということに参加メンバーが気付き，ショックを受けた。

このような情報は年間を通じて取得されているべきものであり，中期計画検討直前に取得活動を開始しても，質の良いデータが集められないことはいうまでもない。また商品企画部，設計部からは共に，実担当の設計者に顧客起点の意識を持ち，設計してもらうためにも市場・顧客・競合情報の定常的な公開，議論をする場の設定の必要性も提案された。これらの活動展開も新しい技術ロードマップの中に織り込むべきということで意見が一致した。これらの情報収集については営業・商品企画部門が足で稼ぐ情報の有用性はもちろんであるが，公開情報，外部情報の収集の必要性も課題提起された。これらについては外部のシンクタンクの活用の予算取りも計画された。また，自社と競合に出入りしている部品メーカーからの情報収集の必要性と設計者に対するマーケティング教育も実施していくことが決定した。

続いて，改めて戦略の棚卸し，検討を行った。会社としての戦略に則らないとリソースの確保，重複研究開発の削除は難しい。しかし，これまでは隣の事業部の情報等には疎く，自事業部に閉じた活動を行っていた。3 回目の土曜日会議には経営企画部門を呼び，戦略の説明と中期計画，技術ロードマップとの融合についてディスカッションを行った。本社の戦略の説明を受けることで，その疑問，自分達の業務とのリンケージ等について積極的に議論が開始され，全社としての取り組み依頼事項（営業体制，教育等）についても合意がなされた。

3 回の集中検討会を経て，いよいよ技術ロードマップの中身についての議論を開始した。技術ロードマップの肝は縦軸であるということをふまえ，

・どういうステークホルダーを巻き込むか

・顧客満足度向上と競合に勝つための検討すべき必須縦軸項目は

・どういう情報を取るべきか

・取りたいが，取れていない情報は

といったことを検討した。

市場動向，主要顧客動向，競合動向とスペック予想を技術ロードマップの縦軸項目とした。その上でそれを実現するための先行開発テーマ，研究所委託テーマ，必須スペック（10 項目），商品開発テーマ，評価技術開発テーマ，共通化プラン，営業体制を含む組織体制見直し計画，部品メーカーへの働きかけテーマ，教育計画，特許取得テーマ，採用計画，歩留まり向上計画といったことをさらに縦軸として設定した。これまではスペック中心の技術ロードマップであったが，アクションアイテムを入れた

技術ロードマップ作成を開始した(図 5-6)。

検討にあたっては原始的に模造紙と付箋紙を活用した。パワーポイントで最初から作成すればよいという意見もあったが，視野を広く持つために模造紙を活用することが提案された。横軸のスコープについては 5 年とした。模造紙にまずは 5 年の枠をとり，縦軸に項目を記入した付箋紙を貼り，その縦軸別に，“顧客満足，競合に勝つためにはどうすれば良いか？”を合い言葉に，どのタイミングで何ができていないといけないのか，何をすべきかのテーマを付箋紙に記述，模造紙に貼り始めた。また，技術ロードマップには製造の歩留まり向上目標の記入が提案され，それに対し，生産技術部の工法開発計画も盛り込むことになった。

一通り付箋紙を貼り終わったところで，現状のリソースで実施可能か，不足対策は，不足しているスキルは，そのための必須教育はといったことの検討を行い，“顧客満足，競合に勝つためにはどうすれば良いか？”のための必須マイルストーンは動かさず，付箋紙を動かし，できるスケジュールの技術ロードマップに修正した。

3 カ月間，毎週土曜日に集中検討を行ってきた結果，中期計画と顧客に見せる商品ロードマップ，社内用商品ロードマップ，技術ロードマップの 4 つにロードマップ類を集約することにした。これらの第 1 版をリリースしたところで，メンテナンス方針が検討された。3 カ月おきに中期計画と合わせて大幅なメンテナンスが行われることになったが，毎月の商品企画会議では，ロードマップ類の小メンテナンスをしていこうということになった。技術ロードマップ自体の管理は引き続き，技術企画部門が継続して行うことになったが，技術企画部門はこれを模造紙のまま残し，商品企画会議に模造紙を持ち込むことにし，その場ですぐに修正が可能になるよう工夫している。またこの模造紙の技術ロードマップは技術企画部門の横に掲示され，開発に関わる各部門メンバーが見られるようになっており，日常業務とかい離しないようにしている。

主たる技術ロードマップのイメージは図 5-7 であり，技術ロードマップ類のメンテナンス，運用方針は以下のとおりである。

・中期計画:　ロードマップと合わせ，年 4 回メンテナンス実施

・商品ロードマップ:　社内用と顧客提示用を分け，社内用は技術ロードマップと徹底整合

・技術ロードマップ:　生産技術の歩留まり，工法改善計画も含め，目標スペックと量産バラツキ先行開発計画を網羅

	2009	2010	2011	2012	2013
市場・顧客・規格動向					
大きさ	●×▲mm				
薄さ	×mm				
××	×				
消費電力	×mW				
商品価値	●●				
組立性	×min.				
××	▲				
商品化計画 ・ ﾌﾟﾗｯﾄﾌｫｰﾑ開発 ・ 要素技術開発 ・ 歩留/コスト目標 ・ 工法開発	★ 上市	★ ★ 上市 上市			

図 5-7: 新技術ロードマップ・フォーマット

出典: C 社資料をもとに筆者作成

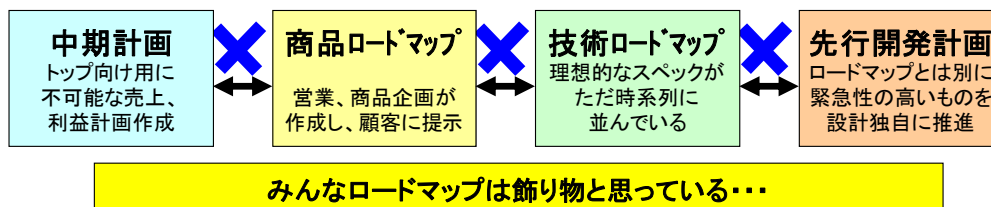
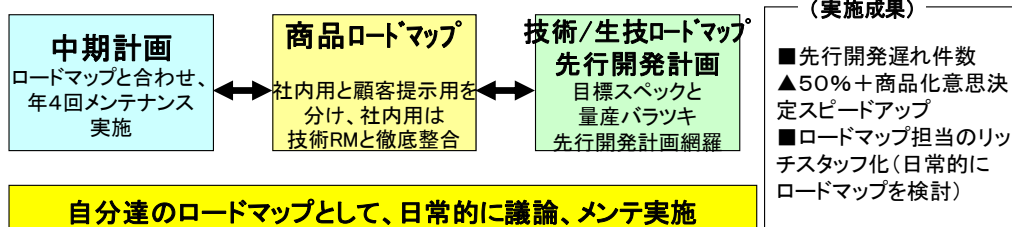



図 5-8: C 社における技術ロードマップ構築活動概要

出典: C 社資料をもとに筆者作成

5.4 成果

技術ロードマップをベースにした活動を開始して半年，C社では商品企画会議にて技術ロードマップを議論することにより，どうやっても競合に勝てそうにない，儲からないテーマについては，開発を中止するという意思決定がしやすくなった。その結果，特に先行開発テーマの遅れが大幅に減り始めた。選択と集中がしやすくなったということである。また，商品企画会議の場はもちろん，開発キックオフの際，DR の際，目標管理面談の際，あらゆる場合にも技術ロードマップを傍らに置き，検討を進めることで開発設計者が技術ロードマップの必要性と工夫を開始している。

技術ロードマップ推進 1 年後の成果，効果は表 5-2 のとおりである。

表 5-2: 技術ロードマップ構築活動の成果

出典: C 社資料

指標	成果・効果
開発テーマ遅れ件数	▲50%
開発テーマ中止数	▲20%
先行提案による受注件数	28%アップ
技術ロードマップ修正回数	5倍
技術ロードマップ教育受講人数	95人

5.5 考察

C 社の事例においては，これまでの複数の中期計画関連のドキュメントの氾濫と組織全体での目標の未共有における開発遅れ，コストアップ，結果的に品質問題多発，先行開発遅れという事象に対し，歯止めをかけるという意味で，技術ロードマップを中心とした組織目標の共有と定期的な進捗確認マネジメント，選択と集中活動を実施した結果，大幅な成果・効果を上げることができた。これはある意味，開発プロジェクト全体のフロントローディング活動といえる。

このような取り組みは，第8回開発設計マネジメントに関する実態調査JMAC(2008)結果を見てもわかるように，まだまだ各企業では取り組み半ばである。量産型の半導体のようなスペック重視型の開発では技術ロードマップにより，比較的目標を設定しやすいが，個別受注要素が入ると顧客ニーズの実現と技術開発の選択と集中，製造フォロー業務といった要素により，開発の遅延がおきやすい。本事例ではそのような課題をうまくマネジメントし，成功させた効果的事例といえる。本取り組みでは，

・開発テーマ遅れ件数
・開発テーマ中止数
・先行提案による受注件数

といった開発設計活動だけでなく，営業活動にも大幅な成果・効果が出ている。この成功要因として，

・集中検討会と商品ロードマップを活用した中長期的な組織目標共有
・過去プロジェクトの振り返りによる弱点の補強構想とありたい姿の検討
・商品ロードマップと定期進捗会議による選択と集中

を知恵のフロントローディングにて，実施したことが挙げられる。

また，組織全体での革新の必要性の合意，マネジメントの革新活動への支援といったことも重要なファクターとして挙げられる。

C 社はデバイス・メーカーであるため，この不況において，大変な状況に陥っているとのことだが技術ロードマップ活動のブラッシュアップを軸に，先行開発，顧客への先行提案を実現すべく革新活動を継続しているそうである。

5.6 おわりに

ここでは，本章のまとめとして，(1) 過去プロジェクト振り返り展開，(2) ありたい姿から牽引，(3) 振り返り結果のプロジェクト間交流という 3 つの概念を用いて整理し，プロジェクト・ナレッジ・マネジメントの視点を加味して解釈を加える。

(1)過去プロジェクト振り返り展開

C 社においてはこれまで中期計画，商品ロードマップ，技術ロードマップ，先行開発計画といった様々な将来に向けた計画書，ドキュメント類が乱立していた。

これらの現状をふまえ，各部署の管理職で集まり，現状の問題点を議論し，そこから技術ロードマップの統合とその視点についての革新点を抽出したという点で，過去の振り返り展開の活用ができたといえる。本活動推進にあたっては事業部長からの検討指示があったという点も大きい。

(2)ありたい姿から牽引

本活動を推進するにあたり，振り返りとともに，

・どういうステークホルダーを巻き込むか

・顧客満足度向上と競合に勝つための検討すべき必須縦軸項目は

・どういう情報をとるべきか

・取りたいが，取れていない情報は

という観点からのありたい姿を議論し，それを技術ロードマップの縦軸に展開した。また，

・中期計画:　ロードマップと合わせ，年4回メンテナンス実施

・商品ロードマップ: 社内用と顧客提示用を分け，社内用は技術ロードマップと徹底整合

・技術ロードマップ:　生産技術の歩留まり，工法改善計画も含め，目標スペックと量産バラツキ先行開発計画を網羅

・商品企画会議の場はもちろん，開発キックオフの際，DRの際，目標管理面談の際，あらゆる場合にも技術ロードマップを傍らに置き，検討を進める

といった運用をイメージした姿も検討したことは，成功のポイントといえる。

現状の振り返りだけでは，問題点の裏返しの改善施策しか出ないことも多いため，ありたい姿を検討したことも成功要因といえる。

(3)振り返り結果のプロジェクト間交流

本事例は，ある事業部門の中期計画であるので，プロジェクト間交流には直接結びつかないが，

・商品企画会議にて技術ロードマップを議論することにより，どうやっても競合に勝てそうにない，儲からないテーマについては，開発を中止するという意思決定につながっている

という点を見ると，技術ロードマップを元に運営されている商品開発・技術開発プロジェクト上での情報交換がなされているといえる。

第 6 章: 事例 4: 仮想取扱説明書を活用した事例

6.1 はじめに

本事例は，仮想取扱説明書を活用した事例である。仮想取扱説明書とは従来，出荷直前で作成する取扱説明書を設計段階で作成し，顧客使用観点からの評価項目を早期抽出し，設計仕様の完成度を向上させるためのものである。このツールを使い，品質保証部門起点でフロントローディング活動を推進した事例である。

6.2 分析対象

6.2.1 D 社概要

D 社概要は以下のとおりである。
・業種/製品： 家電製品設計・製造業
・ビジネス特性： 一般消費者向け，国内/グローバル向け
・組織：
　・商品企画部： 新規商品の企画・マーケティング
　・電気設計部： システム仕様，プロジェクトとりまとめ，回路設計，基板設計
　・ソフトウェア設計部： ソフトウェア設計
　・機構設計部： 機構設計
　・生産技術部： 生産性向上/工法・プロセス改善，設備改善
　・製造部： 製造検査
　・品質保証部： 出荷検査，品質システム管理
　・資材部： 新規部品の評価，調達
・競合： 日本を中心とした家電メーカー
・夏商戦，クリスマス商戦に間に合わすために出荷遅延はできない
・最近はソフトウェア設計比率が増加しているため，積極的にソフトウェア設計外注も活用している

6.2.2 本事例における主たる分析対象

本事例においては，下記の組織が主たる分析対象として関わった。

・商品企画部
・電気設計部
・ソフトウェア設計部
・生産技術部
・品質保証部

6.3 本事例における革新ステップ

D 社ではここ数年，製品の開発期間短縮が進み，5 年前のほぼ半分の開発期間で開発設計を進めている状況であった。D 社は従来から当該製品を以前から市場投入しており，技術的には業界内でもレベルが高いといわれているが，それでも開発期間短縮対応は困難を極めていた。

一般的に開発期間短縮活動において，最初に適用される施策としては試作回数の削減が上げられる。D 社でも従来 2 回行っていた試作を前機種の開発から 1 回にし，開発期間短縮を目指した。結果的に開発期間短縮はできたが，品質不具合が量産段階以降に流出した。品質トラブルを分析すると，新規機能のトラブルや顧客（エンド・ユーザー）の使い勝手(リモコン操作等)が悪いというソフトウェア起因のものが多いという傾向が上げられた。これは開発上流での顧客使用観点からの仕様検討不足，試作回数を減らしたことで従来は 2 回目の量産試作で確認，発見していた問題が流出したこと，開発期間短縮により，ソフトウェアの開発が量産試作に間に合わなかった要因が大きいと推測された。そこで D 社ではこのソフトウェア起因の品質トラブルを中心に削減し，量産段階で設計部門が手離れできることを目指すフロントローディングへの取り組みを開始，図 6-1 のようなステップで進めた。

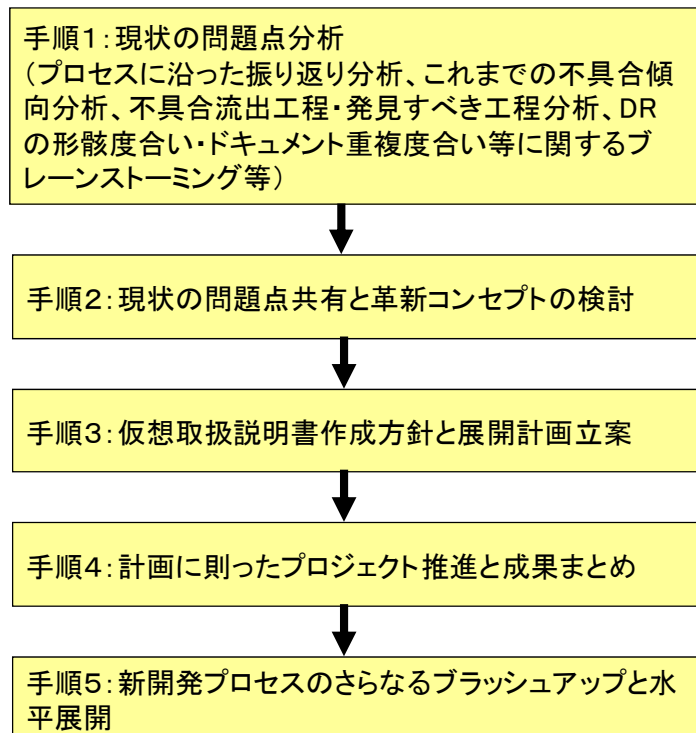



図 6-1:　D 社の革新ステップ

6.3.1 手順 1: 現状の問題点分析

D 社では開発革新活動を開始していたがその中で納期遅延問題の発生，納期が守れても開発終盤，出荷直前に品質問題が露呈していた。また，止めるべきマイルストーン(Design Review: DR 等)で技術課題が流出している，発売時期の関係で，本来，ストップすべき課題が暫定で次工程に進み，結果的に出荷直前，出荷後にクリティカルな品質問題が多々生じている事に対しての懸念が挙がり，開発プロセス革新の必要性が訴えられていた。これまで，様々な業務規定類があり，それを守るべく，開発設計を進めてきたが，昨今の開発期間短縮要請にミートした規定類に改版されていないことも問題として認識された。

そこで，開発設計を現場で進めている開発設計部門，生産技術部門，品質保証部門の課長，中堅リーダークラスが集まり，複数の開発テーマの実例に対して振り返り分析を行い，開発プロセス，開発の仕組み(仕方)を改善することにより，開発効率化やコストを意識した設計/製造/試験の改善が期待できるとの考えに至った。

現状の問題点分析/振り返り分析の実施にあたっては，まず，振り返り方法の共有か

らスタートした。従来，開発終了時の振り返りの重要性は認識されているものの，次機種の開発がスタートしており，結果的に振り返りが実施されていなかった。これは是正事項が次のプロジェクト，水平展開プロジェクトに展開されていないということであった。

振り返り分析はプロジェクトのスタートにあたっての最初の課題，リスク抽出活動，ナレッジのトランスファーという観点からとても重要である。振り返り分析は藤本(2001)の提唱する知識のフロントローディングともいえる。

振り返り分析では，

1)　開発テーマの当初予定と実績とのギャップ認識: スケジュール，工数，QCD状況，その他目標に対する実績

2)　プロジェクト推進上の問題点の把握: 体制，開発計画の立て方，技術課題の解決方法，部門間連携，テーマ間調整，開発・評価環境構築，ビジネス課題に対する意思決定等

3)　開発途中の設計問題点分析及び設計変更の原因分析: 不具合情報，DR 指摘事項，個別レビュー結果，試作評価結果をふまえ，不具合の見つかったタイミング把握と本来見つけるべきタイミング把握

といったことを検討した。

現状の問題点分析実施にあたってはまず，困りごとを抱えている商品企画部の部長，課長，電気・ソフト設計部，機構設計部，生産技術部，品質保証部の課長，中堅リーダーが集まり，ディスカッション/現状分析を行い，問題点を挙げていった。

検討会の中で上がったクリティカルな問題点は下記のとおりである。

・品質問題の流出と過去トラブルの水平展開不足
・仕様 Fix.に時間がかかっている
・新規機能部の品質問題及び信頼性評価における指摘事項が多い
・現状の開発設計の仕組みが，フロントローディングの流れと乖離，また DR が形骸化
・情報の共有化不足～顧客情報，戦略や製品の位置付けが末端まで浸透しない
・重複ドキュメント，ISO9001 対応の未活用ドキュメントが散在
・正確な開発コストが見えない
・品質保証部門が実施する出荷判定テスト段階で，新規機能部の顧客の使用方法

に関するソフトウェアの品質問題が多数発覚

特にこの中で，

・品質問題の流出と過去トラブルの水平展開不足

・品質保証部門が実施する出荷判定テスト段階で，新規機能部分の顧客の使用方法に関するソフトウェアの品質問題が多数発覚

に着目し，さらに詳細分析を行ったところ，図 6-2 のような結果が得られた。

・設計ミスと新規機能と改造機能に関する検討不足

・基本設計起因の問題が多い

・さらに深掘りすると新規機能に関する顧客の使用方法に関する検討不足

この分析結果から，フロントローディング施策を適用することで前機種にて発生した品質不具合件数の約 50%の削減見通しが得られ，活動の必要性が共有された。

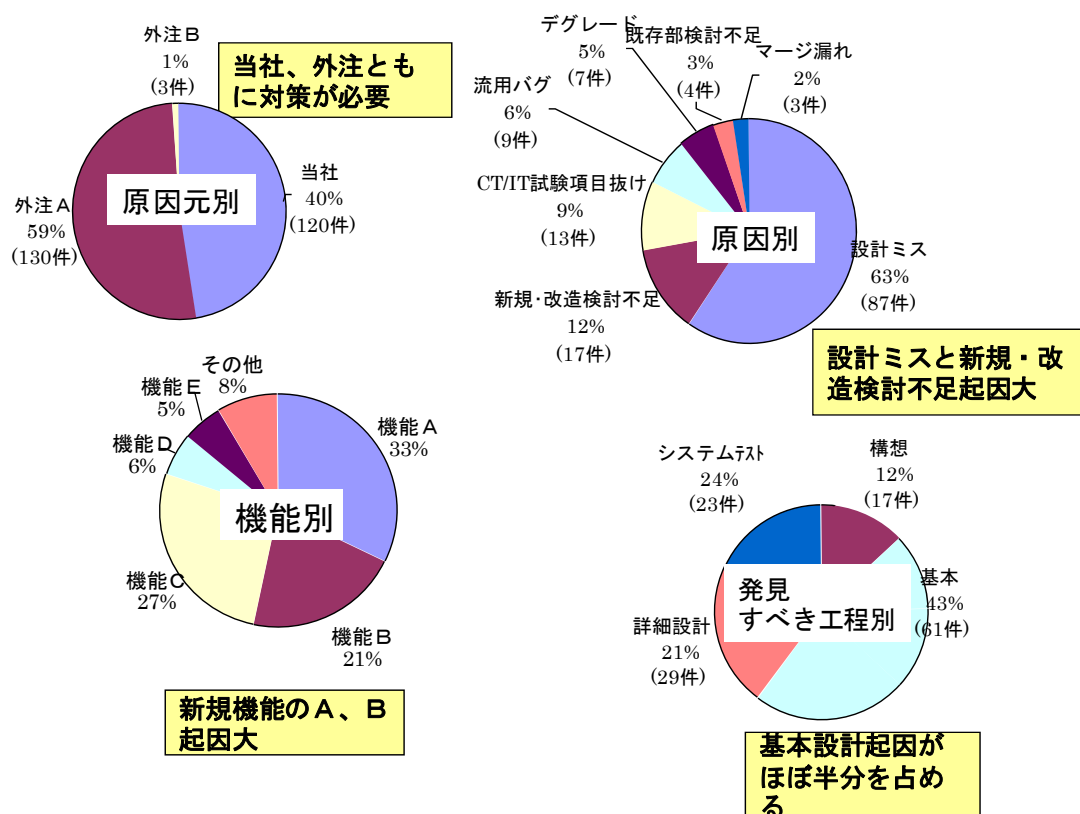



図 6-2: 過去に発生した品質不具合の分析結果

出典: D 社資料

6.3.2 手順 2: 現状の問題点共有と革新コンセプトの検討

前述したように，手順 1 での分析（振り返り分析，品質不具合分析）にて，困りごとを抱えている各部門の課長，中堅リーダーにより，問題点を抽出した。このような現状を部長以上のトップ・マネジメントに報告，共有し，開発革新活動の実行が承認された。

抽出された問題点からいくつかの革新コンセプトへと施策（案）が挙げられた。しかし，フロントローディングの推進にあたり，設計部門のリソースはあまり増加できないという制約があった。それは LSI の新規性が高く，そのための設計・評価工数が従来機種より増加する懸念があったためである。そのため，品質保証部門が従来参画していない基本設計工程にて，従来機種との仕様の固定/変動情報(変化点情報)を先行入手し，過去に発生した品質トラブルの教訓と，仕様の新規部に伴う顧客（エンドユーザー）の使い勝手の仕様検証を事前に実施するために，仮想取扱説明書の作成，活用により，顧客起点，ユーザニーズ視点からの基本設計仕様の検証を行うことと設計試作段階での品質保証部門の並行評価を行うこととした（実機が存在していない状態での取扱説明書作成のため，“仮想取扱説明書”と命名した）。取扱説明書は顧客起点での使用方法が記述されるため，設計仕様と整合性が必要となり，結果的に仕様の検証に繋がる。よって，取扱説明書の先行作成の取り組みが合意された。

6.3.3 手順 3: 仮想取扱説明書作成方針と展開計画立案

従来，仮想取扱説明書というものは全く作ったこともなく，かつ品質保証部門が製品の基本設計段階に参画することは無かったため，まずは設計担当の作成する基本設計書の理解から開始することとした。従来は仕様が決定し，完成された基本設計書を入手して出荷検査段階に，顧客が実際に使用する場面を想定し，実機のオペレーションを覚えながら顧客向けの取扱説明書を作成しているが，今回は顧客使用方法の詳細仕様が完全に決まっていない基本設計段階で，かつ実機が無い段階で仮想取扱説明書を作成することは非常に困難であった。よって，

・従来機種との仕様の差分（変化点）の情報を入手と働きかけ
・従来機種の過去トラブルの傾向から，詳細検討すべき取扱説明書の部分の決定
　することから開始し，その上で，
・設計の仕様レビューへの参画により，仕様理解及び顧客視点からの仕様提案と仕

様検証
・決定した仕様に対する取扱説明書の作成
を重点的に実施することとした。
また，従来機種の品質問題の傾向から，新規機能である
・データ・コンバート機能の状態遷移図の作成と仮想取扱説明書への記述
・データ・コンバートがうまくいった場合といかなかった場合の画面表示の工夫
・顧客が迷ってキー操作した場合の“戻るキー”の操作の仮想取扱説明書への詳細記述
・新規機能の詳細仕様検討への参画と仮想取扱説明書への記述
について強化することとし，展開計画を作成した。
実施にあたっては，フロントローディング活動の必要性を，プロジェクト・メンバーに意識させるための取り組みも同時に行った。
また，本活動を通じて，品質向上を狙うことももちろんであるが，今後の組織定着を見据え，
・フロントローディング活動の定着
・仮想取扱説明書の作成法と組織への定着
・品質保証担当のミッションの見直しとコンピテンシー/スキルアップ
・開発プロセス規定への織り込み
といった目標も設定した。

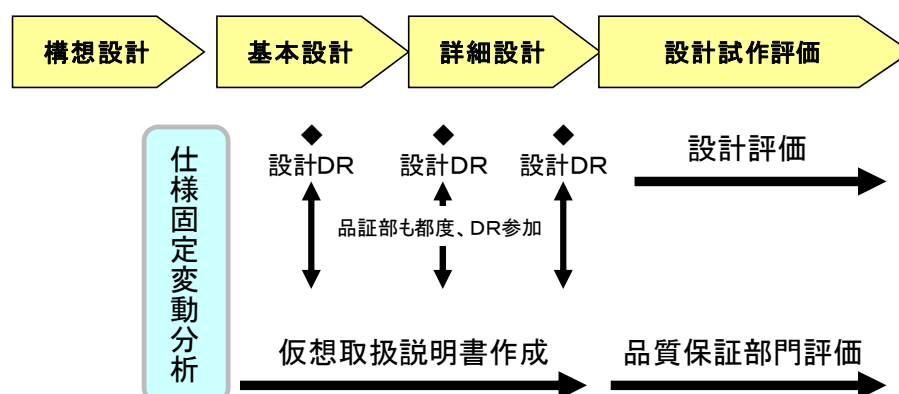



図 6-3: 仮想取扱説明書を活用した展開計画
出典: D 社資料

取扱説明書は従来、出荷直前に作成する顧客（エンドユーザー）のオペレーション・マニュアルであるが、これを設計段階で作成することで、顧客起点での仕様の検証、ユーザビリティーの検討に活用できる。
ポイントは従来製品のトラブル情報と当該機種設計にあたっての新機能、変化点情報の入手である。この情報を活用し、従来製品の取扱説明書に追記、ブラッシュアップしていくとよい。
ただし、これらの活動推進にあたっては、未確定情報をマネジメントしていくという課題があるため、これらに対応できるコンピテンシー/スキルを保有したメンバーによる取り組みが必須である。

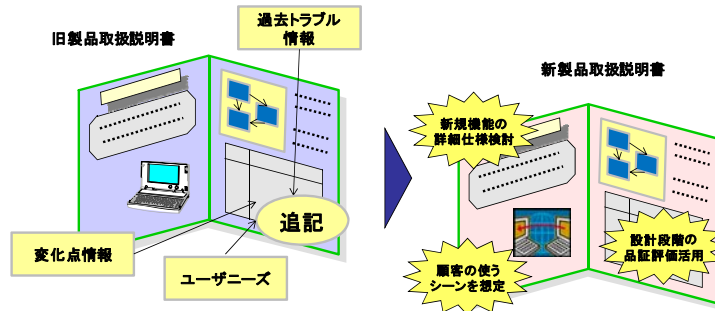



図 6-4: 仮想取扱説明書の考え方

出典: D 社資料

6.3.4 手順 4: 計画に則ったプロジェクト推進と成果まとめ

その後，6.3.3 で描かれた展開計画に基づき，プロジェクトが推進された。
従来は基本設計段階に参画していない品質保証部門が，仮想取扱説明書というフロントローディング推進のためのツールを活用し，開発プロセス革新に取り組んだ結果，従来発生していた顧客の使用方法に関する設計仕様の完成度が向上し，かつ設計試作段階から顧客視点の評価を行ったため，量産時のソフトウェアの不具合件数 50%削減，フィールド障害件数の 70%削減，開発設計者の工数 30%削減（共に従来機種と同等機能に正規化した上での工数換算）を実現することができた。特に開発設計者の工数削減は開発後半での品質トラブル対応による手戻り工数の削減が寄与した。開発期間については計画を遵守できた。

6.3.5 手順 5: 新開発プロセスのさらなるブラッシュアップと水平展開

現在は全機種での仮想取扱説明書作成を実現すべく品質保証担当の一部増員とスキルアップ活動を充実させ，品質保証部門による開発源流での価値創出活動に取り組まれている。品質保証担当はこれまでの出荷検査を実施することが主ミッションであったが，開発設計の上流で，設計部門他と連携し，顧客の使用方法の検証と品質の作り込みを行うための支援を行うことを主ミッションとすべく，コンピテンシー/スキルの向上と業務シフトを行っている。

6.4 成果

本取り組み事例において，品質保証部門は開発設計部門から仕様情報を入手し，その情報を元に開発設計と並行して仮想取扱説明書を作成，顧客視点，過去の設計トラブル，市場クレーム情報等から仕様の妥当性と精度向上活動，及び従来よりも早い段階での顧客起点での品質保証担当による評価を行い，結果的に大幅な品質向上，設計者の工数削減（特に開発後半の後ダレ工数削減）という成果が得られた。

表 6-1: 仮想取扱説明書を活用したフロントローディング活動の成果

出典: D 社資料

成果
・前機種の類似トラブル、是正・予防事項の展開による品質トラブル削減、手戻り削減
・新機能の顧客使用方法仕様の先行検討による開発後半での仕様変更削減により、手戻り削減 ・新機能の仕様影響部の先行検討による開発後半での仕様変更削減により、手戻り削減
・顧客の使用方法を想定した先行評価項目作成により、流出問題、市場クレームの削減
・新機能の顧客使用方法仕様の先行DRチェックリスト網羅による開発後半での仕様変更削減により、手戻り削減

6.5 考察

品質保証部門は開発設計部門よりも顧客に近く，その顧客の考えていること，過去の開発機種で起こった品質トラブル情報等，様々な情報，ナレッジを持っており，それらを活用する必要がある。しかし，一般的に品質保証部門は出荷検査・保証をメインで行うことが主要業務であり，開発設計者が仕様を作り込む段階になかなかリソースを投入できない，コンピテンシー/スキルが不足しているといったジレンマがある。また，これまで本事例のような品質保証部門主体の活動，研究はあまり紹介されてい

ない。

本研究では，品質保証部門が開発の初期段階に積極的に参画し，開発期間短縮，設計品質向上，手戻り削減に寄与するための取り組みを行うにあたり，池田(2007)の提唱している

・設計検証のフロントローディング

・設計工程のフロントローディング

・仕様検証のフロントローディング

という視点を取り入れつつ，

・振り返り分析による知識のフロントローディング

と仮想取扱説明書による

・仕様検討の事前化による設計工程のフロントローディング

・顧客評価の事前化による設計検証のフロントローディング

・顧客使用方法の先行研究による仕様検証のフロントローディング

の必要性をまとめた。これは今後のフロントローディング視点として活用できると考える。

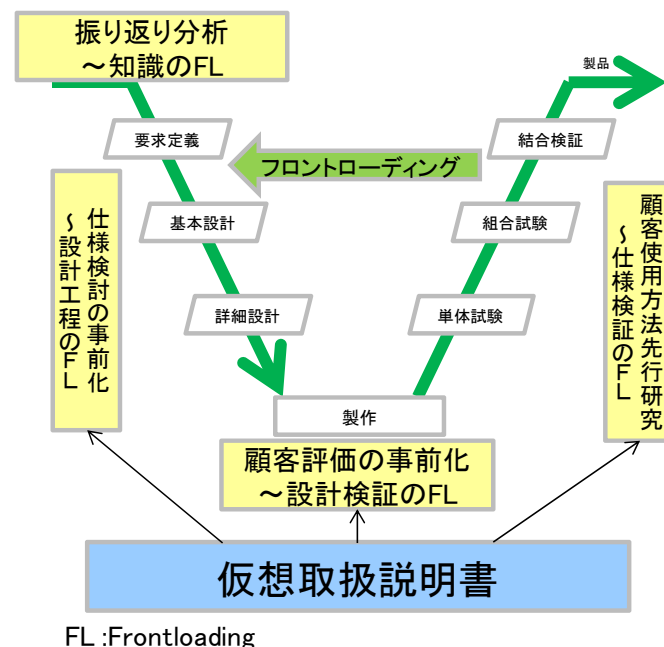



図 6-5: 仮想取扱説明書を活用したフロントローディング

6.6 おわりに

ここでは，本章のまとめとして，(1) 過去プロジェクト振り返り展開，(2) ありたい姿から牽引，(3) 振り返り結果のプロジェクト間交流という 3 つの概念を用いて整理し，プロジェクト・ナレッジ・マネジメントの視点を加味して解釈を加える。

(1)過去プロジェクト振り返り展開

D 社においてはこれまでうまく活用できていなかった設計段階，製造段階，出荷後の品質問題を分析し，その結果をふまえたフロントローディング施策を検討したことが成功要因と思われる。部門間に跨がるこれらの情報を開発の上流段階で部門を越えて分析することは必須である。

(2)ありたい姿から牽引

本活動を推進するにあたり, 品質保証部門がこれまでの業務ミッションを越えて, 仮想取扱説明書というツールを活用し, フロントローディング活動に参画できた。これはある意味，開発スピードアップを実現するにあたっての顧客起点からのありたい開発プロセスへの革新といえるのではないか。これまでの業務ミッションにとらわれず，スキル/コンピテンシーを向上させ，プロセス革新を行っていくことが今後も求められる。

(3)振り返り結果のプロジェクト間交流

現在，D 社では品質保証部門メンバーの教育を行い，全商品開発において仮想取扱説明書を活用することを目指している。そのためにはナレッジのトランスファーと品質データのプロジェクト間活用は必須ということでテーマ化され，活動が進んでいる。

第 7 章 考察

7.1 はじめに

第 3 章から第 6 章で 4 つの事例について分析した。第 8 章の結論に向けて，この 4 つの事例についての考察と研究の新規性についてまとめる。

7.2 4 つの事例研究について

本研究では 4 つの事例を検証した。この事例の選択にあたっては，1.3 研究の方法で述べたように，研究の正当性と妥当性に努めた。

1. 開発設計部門における典型的な事例
2. マルチ・ケースを 4 事例検証
3. 事例の中に埋め込まれたケースの共通性を検証

ということである。

本研究の新規性の一つとして，異業種・業態の事例の比較ということが挙げられる。本事例研究では A，B，C，D 社という電機系/デバイス系の企業の協力を仰ぎ，分析及び比較を行った。

事例の分析にあたっては，過去のプロジェクトと未来駆動視点の施策を織り込んだプロジェクトの比較を行った。よって，本研究では結果的に，4×2=8 事例の分析をしたことになる。

各事例のほぼ共通した分析ステップは，

・過去プロジェクトの分析（振り返り）
・ありたい姿/未来駆動の検討
・取り組み施策の決定とプロジェクト計画
・プロジェクト実行
・効果の計測
・成功ポイントの検証

であり，この成功ポイントの検証を 4 事例で比較，考察することが，本研究の結論につながっていく。

7.3 未来駆動のキーとなる“ありたい姿”について

本研究における未来駆動では，前述した戦略的ロードマッピング(Phaal,2004)と同様に，中長期的な姿/戦略を描くことが重要である。

一般的には“ありたい姿”より“あるべき姿”という表現，用語が用いられることが多い。IT 業界における業務プロセス分析・設計手法に，”To-Be モデル”というものがあるが，これも“あるべき姿”と訳されることが多い。

しかし，本研究では，“あるべき姿”ではなく“ありたい姿”を用いている。

“あるべき姿”とは，組織やプロジェクトにおいて経営トップやマネジメント層が市場・競合分析等をふまえ，“こうなるべき，こういう状態を目指すべき”とトップダウン・アプローチするものと解釈している。

これに対し，“ありたい姿”は，組織やプロジェクトに参画するステークホルダーが，市場・競合分析等をふまえ，“我々はこういう姿になりたい”と議論，インタラクションして創出されるものと考える。つまりボトムアップ的である。

ボトムアップ的な方がプロジェクトに参画するステークホルダーもモチベーションが高くなり，革新が加速，新たな知が創出されやすくなる。よって本研究ではありたい姿とした。

ただし，未来・市場・競合分析等に疎いステークホルダーが“ありたい姿”を議論しても知が創出されない危険性もある。そのためにも 3C(Customer，Competitor，Company)分析や 4P(Product，Price，Place，Promotion)分析等をふまえたような質の良いマーケティングや将来動向分析を行い，それをインプットした検討，そのための場の設定，コミュニケーション，インタラクションが必要であることはいうまでもない。

7.4　4 つの事例分析の考察

詳細な分析結果は第 3 章から第 6 章に譲るとして，本項では結論につながる事例の考察についてまとめることとする。

7.4.1 (事例 1)開発初期段階の設計構想と DFx の充実事例

本事例分析では，過去プロジェクトの問題として，

・過去トラブル情報の流通不足

・仕様の検討・決定遅れ

・部門間連携による DFx 施策検討の場と実施不足

による開発遅延，品質問題の開発終盤発覚が挙げられた。

これに対し，ありたい姿/未来駆動の観点からの主施策として，

・ベストプラクティスを見据えたありたいプロセスの検討

・DFx プロセス革新計画

・市場・仕向地を越えたロードマップの統合をふまえた効率的商品リリース計画

等が挙げられ，またその他の施策として，

・確実な振り返り実施

・仕様・技術課題集中検討の大部屋実施，技術クロス・レビューを含むプロセス定義

等が挙げられた。

7.4.2 (事例 2)設計と生産技術の連携革新事例

本事例分析では，過去プロジェクトの問題として，

・上流設計工程の仕様開示が遅い

・仕向地を越えた製品共通化が進んでいない

・3D-CAD を活用した設計部門と生産技術部門の連携が不足

・試作・評価して品質問題・技術問題が発覚する

といったことが挙げられた。

これに対し，ありたい姿/未来駆動の観点からの主施策として，

・市場を越えたロードマップ連動と共通プラットフォーム構築

・3D-CAD を活用したありたいプロセスの検討（設計・生産一気通貫プロセス）

等が挙げられ，またその他の施策として，

・確実な振り返り実施

・設計と生産技術のロケーションを越えたフロントローディング活動とプロセス定義

等が挙げられた。

7.4.3 (事例 3)技術ロードマップを活用した事例

本事例分析では，過去プロジェクトの問題として，

・中期計画やロードマップ等複数の指針が存在

・ロードマップ類がメンテナンスされておらず，使いこなせていない

といったことが挙げられた。

これに対し，ありたい姿/未来駆動の観点からの主施策として，

・市場・顧客分析の精度を上げ，先行開発をふまえて顧客に先行提案をかけることができる

・組織としてのフロントローディング活動に技術ロードマップを徹底的に活用する

等が挙げられ，またその他の施策として，

・確実なロードマップのメンテナンス体制構築

・ドキュメント類の統合とリソース配分の見直し

等が挙げられた。

7.4.4 (事例 4)仮想取扱説明書を活用した事例

本事例分析では，過去プロジェクトの問題として，

・出荷直前に顧客の使用方法に関連する品質問題が発覚

・試作評価段階では機能評価中心で，量産試作以降にも品質問題が発覚

といったことが挙げられた。

これに対し，ありたい姿/未来駆動の観点からの主施策として，

・設計段階から取扱説明書のプロトタイプを作成・活用し，仕様の検証と設計試作段階から顧客起点での評価を開始する

等が挙げられ，またその他の施策として，

・品質問題の振り返り実施を起点とした品質保証部門のフロントローディング活動

・プロセス定義と体制構築

等が挙げられた。

7.4.5　4 事例の共通性の検討と本研究の新規性

第 3 章から第 6 章の 4 事例の分析では，(1) 過去プロジェクト振り返り展開，(2) ありたい姿から牽引，(3) 振り返り結果のプロジェクト間交流という 3 つの概念を用いて整理した。一覧化すると下記のようになる(表 7-1)。

表 7-1 4 つの事例と 3 つの概念の関係（FL：フロントローディング）

	3つの概念		
	過去プロジェクト振り返り展開	ありたい姿から牽引	振り返り結果のプロジェクト間交流
事例1 開発初期段階事例	・プロセス振り返り ・品質問題分析	・ベストプラクティス研究 ・DFxプロセスの定義 ・ロードマップ統合	・ロードマップ統合 ・大部屋を含むプロセス定義
事例2 設計・生産技術連携事例	・プロセス分析 ・試作評価手戻り分析 ・設計データ流用度	・ロードマップ統合と共通プラットフォーム検討 ・設計・生産プロセス一気通貫	・ロードマップ統合と共通プラットフォーム ・設計・生産一気通貫プロセス定義
事例3 技術ロードマップ事例	・中期計画/ロードマップ重複分析 ・ロードマップ類形骸レベル	・市場・顧客情報の精度向上をふまえたロードマップ構築 ・顧客への先行提案強化	・ロードマップ運用体制とメンテナンス
事例4 仮想取扱説明書事例	・品質問題分析	・顧客起点での仕様検証と設計段階からの評価項目抽出	・プロセス定義と体制構築
ポイント	FL実施の必須事項	FLを成功させる新規事項	FL定着化の必須事項

表 7-1 からわかるように，ありたい姿からの牽引が 4 事例の成功に大きく寄与している。従来のナレッジ・マネジメントは過去の知を非常に大事にしていたが，今後は益々，開発のスピードアップ，価値創出が求められるため，過去の知（振り返りからの知等）や当該プロジェクト目標だけではなく，事業全体，複数の将来のプロジェクトをふまえた戦略，未来の知をプロジェクトにインプットすることが必要だといえるのではないか。つまり未来知のフロントローディングが必要となると思われる。

事例 4 については，図 6-5 で仮想取扱説明書によるフロントローディング・モデルを提案したが，これこそまさに顧客の使用方法を先行研究し，プロジェクトに役立てるという意味で未来知のフロントローディングといえる。

第 8 章 結論

8.1 はじめに

本章では，①事例分析から得られた発見事項から研究設問に対する答えを提示する，②本研究の理論的含意を論述するとともに，未来駆動型プロジェクト・ナレッジ・マネジメントの理論的モデルを提案する，③実践に資する実践的含意と実践手法の分類モデルを提示する，④最後に本研究の限界と課題，将来研究への示唆をまとめる。

8.2 発見事項のまとめ

事例分析から得られた発見事項を，本研究の研究設問(リサーチ・クエスチョン)に沿って提示する。第 1 章で提示した本研究のメジャー・リサーチ・クエスチョン(MRQ)とサブシディアリ・リサーチ・クエスチョン(SRQ)は以下のとおりである。はじめに SRQ の答えを提示し。それを踏まえて。MRQ の答えをまとめる。

MRQ(メジャー・リサーチ・クエスチョン)
フロントローディングを使う開発設計部門において，プロジェクト・ナレッジ・マネジメントはいかに行われているのか？

SRQ(サブシディアリ・リサーチ・クエスチョン)
SRQ-1: 知の視点から見たフロントローディングの本質は何か？
SRQ-2: 従来型のプロジェクト・マネジメントとどこが異なるのか？
SRQ-3: なぜフロントローディングは必ずしもうまくいかないのか？

8.2.1 サブシディアリ・リサーチ・クエスチョンの答え

SRQ1: 知の視点から見たフロントローディングの本質は何か

(共通要因)コミュニケーション→インタラクション→知創出のサイクルを生む

4 事例とも顧客ニーズの多様化と開発期間短縮という共通背景を元に実践された事例であるが，それぞれ事例 1，2，4 は電機系メーカー，事例 3 はデバイス・メーカーと異なる業種の事例である。このような背景はあるが，プロジェクト・スタート時のプロジェクト推進課題検討時に，様々な部門のメンバーが集まり，コミュニケーション→インタラクション→知創出というステップで，質の高いプロジェクト推進計画を立案できている。これが共通の成功要因である。

SRQ2: 従来型のプロジェクト・マネジメントとどこが異なるのか

(共通要因)プロジェクト目標に未来の視点を入れる

先行研究でも述べたように，商品開発・商品開発のプロジェクトはルーチン的なものと, タスクフォース的(シャープの緊急プロジェクト等)なものに大別される。本 4 事例はルーチン的なものであり，日常運営されている業務システムの中で実施されたものである。

通常，プロジェクト目標は，過去のプロジェクトの振り返り情報を活用しながら，当該プロジェクトの対象とする商品・技術スペックの実現とそれに伴う QCD, リソースといったものの目標が対象とされるが(詳細は 1 章の PMBOK 参照)，本事例では，

・当該プロジェクトの商品バラエティ展開や機能リリース

・中期的な商品・技術戦略(技術ロードマップ)

・開発プロセスの将来的な発展形/ありたい姿

も目標の一部としてイメージしながら検討，立案，その上でコンカレント計画を立案・実施されている。つまり，未来をイメージし，過去の振り返り結果も含め，プロジェクト計画を検討，立案しているという点で，従来のプロジェクト・マネジメントと異なり，新規性があるといえる。

また，コミュニケーション→インタラクション→知の創出を生むための対象メンバーに仕向地が異なるプロジェクトのメンバーや顧客，サプライヤーといった従来はなかなか巻き込めなかったメンバーの知恵も入れて実践されている。

SRQ3: なぜフロントローディングは必ずしもうまくいかないのか

(共通要因) フロントローディング活動と同時に，業務ミッション見直し，施策実施タイミングの前倒し，重複業務の見直しの合意と実施が必要

顧客ニーズの多様化，開発期間短縮要請に伴い，各社ではコンカレント・エンジニアリング，フロントローディング活動は実践されている。しかし，なかなかうまくいっていないという話をよく聞く。

本事例では，SRQ2 で述べた未来を見据えた知(ありたい姿，技術ロードマップ等)をプロジェクト計画立案時のインプットとして盛り込み，その上でコンカレント計画を設計したことが重要であった。これを実現するためには従来業務のミッションを見直し，施策実施タイミングの前倒し，重複業務の見直しと効率化を図っていることが共通の成功要因である。

また，業種，対象部門が異なるにも関わらず，共に過去プロジェクトの知，中長期的なありたい姿(未来駆動)の知, 別プロジェクトとの知のやりとりを同時に実施しているという点でも共通性が見られる。

8.2.2 メジャー・リサーチ・クエスチョンの答え

以上の 3 つの SRQ の答えをふまえて，

MRQ: 「フロントローディングを使う開発設計部門において，プロジェクト・ナレッジ・マネジメントはいかに行われているのか？未来駆動型プロジェクト・ナレッジ・マネジメント実践はどのように実践されたか」をまとめることとする。

製品開発における社会的要因として，顧客ニーズの多様化と開発期間短縮要請があり，モジュール化，デジタル化の加速という電機業界や自動車業界で特に見られる業界動向にもつながる。一方で，社会全体の不景気をふまえ，製品・原材料コストダウ

ンも同時に図っていかないといけないという状況がある。

こうした状況の中で，事例においては，

①コンカレント・エンジニアリング，フロントローディングの実践

②プロジェクト推進を通じて，プロジェクト・マネジメントの知と固有技術の知が蓄積，水平展開されていく

ことで，顧客ニーズの多様化と開発期間短縮を実現することというプロジェクト・ナレッジ・マネジメントによるプロジェクトの連続的成功が期待された。

また，プロジェクト・ナレッジ・マネジメントにおいては，Milton(2009)がプロジェクトの事前・事中・事後の知を提唱されているが，本研究では市場動向や開発スピードの早い今日，未来の姿・知も活用することを提唱すべく，4 事例の検証に取り組んだわけである。

発見事項のまとめを表 8-1 にまとめる。

表 8-1: 発見事項のまとめ

	事例1	事例2	事例3	事例4
	開発初期段階の設計構想とDFxの充実事例	設計と生産技術の連携革新事例	技術ロードマップを活用した事例	仮想取扱説明書を活用した事例
知の視点から見たフロントローディングの本質	コミュニケーション→インタラクション→知創出のサイクルを生む			
従来型プロジェクトマネジメントとの違い	・未来をイメージし，過去の振り返り結果も含め，プロジェクト計画を検討，立案 ・顧客，サプライヤーを含む開発関連部門のフロントローディング活動への参画拡大			
フロントローディングがうまくいかない理由	（フロントローディングを効果的に成功させるためには） ・過去プロジェクトの知だけでなく，中長期的なありたい姿(未来駆動)の知が必要 ・従来業務のミッション見直し，施策実施タイミングの前倒し，重複業務の見直しと効率化推進が同時に必要			

知視点から見たフロントローディングに着目すると，別プロジェクトの知を含む過去プロジェクトの知，中長期的なありたい姿(未来駆動)の知の統合がコミュニケーションのインプットとして見出される。その上で，その知からプロジェクト・参画メン

バーが未来/ありたい姿を見据えてインタラクションされ，顧客ニーズの多様化と開発期間短縮要請を実現するための知創出に変換されるといえる。その知を実現するためには，これまでの常識を覆すための革新が必要であり，そのためにも従来業務のミッションを見直し，施策実施タイミングの前倒し，重複業務の見直しと効率化が必要なのである。

8.3 理論的含意

本研究の知見から，商品開発・技術開発のプロジェクト・ナレッジ・マネジメントの実践において，次の 4 つの理論的含意を導出した。

① 特性・視点に則ったフロントローディング活動を織り込んだコンカレントの実践

顧客ニーズの多様化，開発期間短縮要請が高まる今日，試作回数をできるだけ少なく，商品開発，技術開発を実現する必要がある。そのため，フロントローディング活動を実践したコンカレント・プロセスの構築と実践は必須である。また，フロントローディング活動推進にあたってはプロジェクトの特性に応じた視点に則った活動推進が必須である。

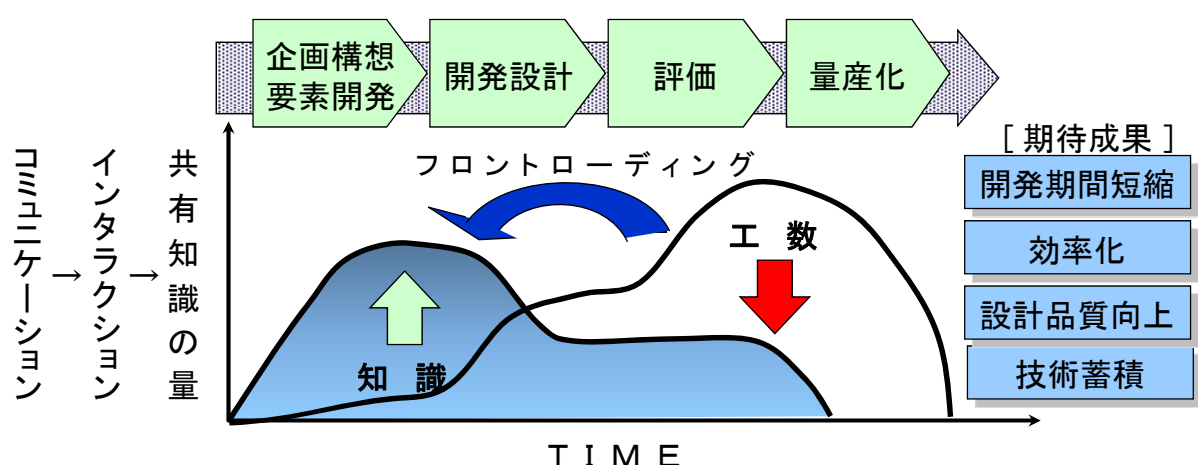



図 8-1: 知識共有とフロントローディング

② 知を創出するメンバーを拡大し，プロジェクトに巻き込む

フロントローディング実践にあたっては，社内関連・他仕向地対応部門はもちろん，顧客やサプライヤーといった異なった知を保有・創出するメンバーを巻き込み，プロジェクト全体の成功につなげる必要がある。

③ 未来駆動/ありたい姿をプロジェクトの知として織り込む

これまでの過去のプロジェクトの知，プロジェクト遂行中の知，プロジェクト終了時の振り返りの知（事前・事中・事後の振り返り）だけでなく，中期計画や将来のプロジェクトをイメージしたありたい姿, 未来駆動起点の知を織り込むことが必要である。

④ プロセスとミッションの同時見直しの必要性

知創出を通じて得られた施策の実施にあたっては, 従来業務のミッションを見直し，施策実施タイミングの前倒し，重複業務の見直しと効率化が必要である。

以上の理論的含意に基づき，商品開発・技術開発におけるプロジェクト・ナレッジ・マネジメントにおいて,「未来駆動型プロジェクト・ナレッジ・マネジメント・モデル」(Future- Driven Model of Project Knowledge Management)を提案する(図 8-2)。

未来駆動型プロジェクト・ナレッジ・マネジメントとは，顧客ニーズ，開発期間短縮要請に対し，

① 社外ステークホルダーも含む関連メンバーの知識
② 未来/ありたい姿からの知識

を集め，未来の知を先行検討することで,

③ 当該プロジェクトと将来のプロジェクトをフロントローディングさせ，コンカレントな計画を立案，共有し，実践＋事業の成功につなげる

というモデルである。

一般的にプロジェクト目標設定の際は,

・顧客要求に基づく QCD 目標

・類似プロジェクトからの振り返り/水平展開情報

等のみを起点に設定することが多い。

ここでいう未来駆動とは上記の通常のプロジェクト目標にとどまらず,

・組織/部門の中期計画や技術ロードマップ

・次期プロジェクトの QCD 目標，網羅すべきスペック情報

・組織の革新計画(プロセス革新計画等)

等の情報を想定，活用することにより，当該プロジェクトの成功はもちろんのこと，将来的に発生するプロジェクトの未来も検討，知を先行して作り込むことができるということである。そのような取り組みを行うことで，将来的なプラットフォームや知の先行開発の検討にもつなげることができる（事業の中長期的成功と知識の蓄積)。

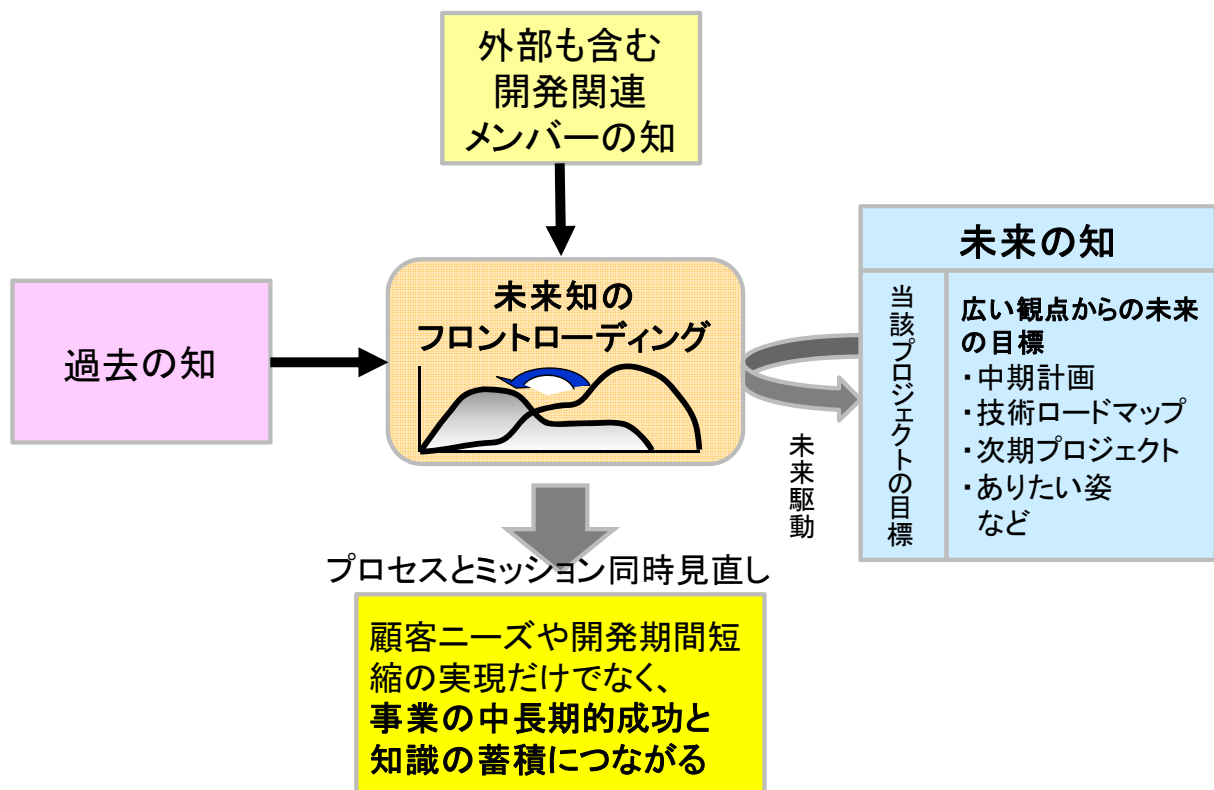



図 8-2: 未来駆動型プロジェクト・ナレッジ・マネジメント・モデル

8.4 実務的含意

本研究の知見をプロジェクト・ナレッジ・マネジメントの実践と未来知の構築に資するために，次の 3 つの重要な観点から，実務的含意を提示する。

① プロジェクト特性の見極め

商品開発・技術開発プロジェクトは，様々な特性を保有している。

例えば,

- ・規模(人数，領域)
- ・難易度(技術の新規性)
- ・経験(これまでに経験したメンバーのプロジェクト参画)
- ・発展性(事業拡大，バリエーション展開の有無)
- ・業種・業態
- ・プロジェクト目標の高さ(従来，トライしたことのない目標コスト等)

といったものである。

プロジェクト特性をふまえると，少人数で，技術の新規性が低いプロジェクトに関しては，プロジェクト・ナレッジ・マネジメント志向をとらなくても遂行可能な場合が多々あると推測される。そのような場合は無理に本研究の提言，提案を受け入れなくても良い。

しかし，多人数で，技術の新規性が高く，類似プロジェクトの経験者が少なく，かつ発展性が高いプロジェクトでは，過去の振り返り，将来の事業戦略をふまえた開発のあり方，経験者のナレッジ展開等が求められるため，本研究は有効であると考える。

よって，本研究の活用にあたっては，プロジェクト特性を見極める必要がある。

② プロジェクト・リーダーへの主体的教育と振り返りの実践

本研究のような取り組みを実践するにあたっては，プロジェクト・リーダーがその考え方に賛同し，確実に実施を行うかがキーとなる。

Zedtwitz(2008)の研究によると Post Project Review/振返り分析の実践は難しく，PPR がうまくいかない理由として，タイミング要因，心理的要因，チーム要因，

管理要因，認識要因が上げられている。これらの課題を解決することも求められる。

③ ありたい姿を検討するための中期計画の精度向上と理解

本研究ではありたい姿による未来駆動がキーである。しかし，未来駆動させるための情報の精度が良くないと，良い検討ができない。

- ・中期的な事業戦略，技術戦略
- ・商品展開計画
- ・組織の将来/ありたい姿
- ・開発目標

といった中期計画の精度を上げ，その情報を共有し，プロジェクト・メンバーでのありたい姿の検討につなげることが成功のポイントである。精度の良い中期計画の立案，検討にあたっては，3C 分析(Customer, Competitor, Company)とそれにミートした 4P 分析(Product, Price, Place, Promotion)は必須である。そのためのナレッジ協創を行いたい。

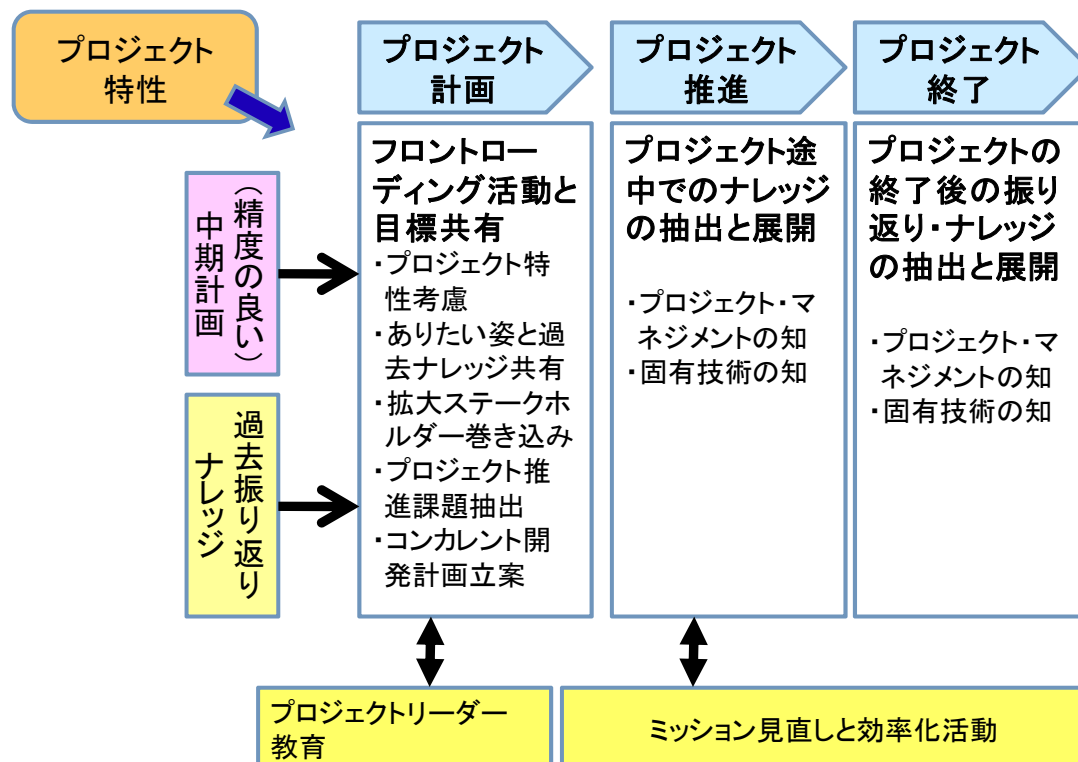



図 8-3: 未来駆動型プロジェクト・ナレッジ・マネジメント・モデルの実践展開プロセス

④ ミッションの見直しと定義，それに伴う効率化活動の実践

ミッションの見直しの必要性については前述したが，それに伴い，ISO9001 を含む Quality Management System: QMS，業務分掌の見直しとその徹底が求められる，不足スキルについては教育・訓練も必要に応じて実施する必要がある。また，ミッション見直しに伴い，ドキュメントの重複や業務の重複等が課題として挙げられる。そのためには効率化のための改善を進める必要がある。

8.5 将来研究への課題

本研究は，電機系，デバイス系といった変化が早い組立系の業種の商品開発・設計を研究対象としており，それ以外の業種(例えば，化学系，製薬系，食品系等)にどこまで適用できるかは不分明な部分が残っている。

その意味で，今後の研究課題の一つは，組立系以外での事例研究を行い，理論的モデルを検証し，かつ洗練させていくことである。

さらに実践的含意で述べたプロジェクトでの振り返りの確実な実践，最近のプロジェクト・マネジメント分野でのキーワードである「グローバル化対応」,「アライアンス，アウトソース先への技術流出と知の共有のトレードオフ検討」といったことを本モデルに取り入れられるよう，理論と実践の両面から追求していくことが，今後の重要な課題である。

プロジェクト・ナレッジ・マネジメントは新しい領域の学問である。本研究では，未来駆動，ありたい姿の観点とフロントローディングを主に検討を行ってきたが，それ以外の領域もまだまだ学術的に研究していく価値は多々ある。

今回の事例研究は，商品開発・設計現場起点の生々しいものである。今後もこのような事例研究を継続していくことが，学術的観点を補完し，学問の発展に寄与していくと信じている。

参 考 文 献

Adler, P.(1989). “CAD/CAM: Managerial Chanllenges and Research Issues.” *IEEE Transactions on Engineering Management.* 36(3), 202-216.

青木雅彦・安藤晴彦(2002),『モジュール化』, 東洋経済新報社.

青島矢一・延岡健太郎，竹田陽子（2000）「新世代３次元 CAD の導入と製品開発プロセスへの影響」ITME ディスカッションペーパー No. 33.

青島矢一・延岡健太郎(2001),「3 次元 CAD 技術による製品開発プロセスの変革」，日本労働研究雑誌，498，日本労働研究機構.

青島矢一(1998),「『日本型』製品開発プロセスとコンカレント・エンジニアリング：ボーイング 777 開発プロセスとの比較」，一橋論叢, 120(5).

Bennet P. Lientz, Kathryn P. Rea(1998), *Project Management For The 21st. Century*, Academic Press.

カーリス・Y・ボールドウィン，キム・B・クラーク(2004)，安藤晴彦(訳),『デザイン・ルール ―モジュール化パワー』, 東洋経済新報社.

ピーター・ボイアー(2004) (訳)宮正義 ，大上慎吾，松浦良行，中野誠，大薗恵美,『技術価値評価』, 日本経済新聞社.

D・E・カーター，B・S・ベーカー(1992) (訳)メンター・グラフィックス・ジャパン，末次逸夫，大久保浩,『コンカレントエンジニアリング ―顧客ニーズ対応の製品開発―』, 日本能率協会マネジメントセンター.

Davenport, T. H. and Prusak, L. (1998), (訳)梅本勝博訳,『ワーキング・ナレッジ』, 生産性出版

Durward K. Sobek II, Allen C. Ward, Jeffrey K. Liker(1999), “Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering”, *Sloan Management Review*; Winter 1999

マイケル・L・ダートウゾス，リチャード・K・レスター， ロバート・M・ソロー，(1989)，(訳)依田直也,『Made in America』, 草思社.

藤本隆宏・安本雅典(2001),「製品開発活動における CAD-CAE の活用パターンの考察： 製品特性による活用パターンの相違の検討」，東京大学経済学研究科ディスカッション・ペーパー.

藤本隆宏(2002),「製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート」，東京大

学経済学研究科ディスカッション・ペーパー.
藤本隆宏(2001),『生産マネジメント入門(I)』, 日本経済新聞社.
藤本隆宏(2001),『生産マネジメント入門(II)』, 日本経済新聞社.
藤本隆宏(2004),『日本のものづくり哲学』, 日本経済新聞社.
藤本隆宏, キム・B・クラーク(2009),『(増補版)製品開発力』, ダイヤモンド社.
藤本隆宏・安本雅典(2000),『成功する製品開発』, 有斐閣.
藤本隆宏(1997),『生産システムの進化論』, 有斐閣.
藤本隆宏(1998),「製品開発を支える組織の問題解決能力」, ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー1998/１, ダイヤモンド社.
藤本隆宏・武石彰・青島矢一(2001),『ビジネス・アーキテクチャ』, 有斐閣.
藤田喜久雄 (2003),「DFX 方法論」, 日本機械学会誌, Vol. 106, No. 1016.
福田収一(1993),『コンカレントエンジニアリング』, 培風館.
カルロス・ゴーン(2001) , (訳)中川治子,『ルネッサンス ― 再生への挑戦』, ダイヤモンド社.
Gorelick, C., April K., and Milton, N.(2004), “*Performance Through Learning : Knowledge Management in Practice”*, Burlington, MA: Butterworth-Heinemann.
Gouel, Philippe E. (2007), “Unwrapping front-loading: explaining problem-solving performance in complex product development”, *University of Michigan*, AAT3253273.
ジョルジュ・アウー(2006), (訳)石原昇, サイコム・インターナショナル,『イノベーションパラドックス』, ファーストプレス.
ゲイリー・ハメル, C・K・プラハラード(1995), (訳)一條和生,『コアコンピタンス経営 未来への競争戦略』, 日本経済新聞社.
Hammersley, M. (1998). *Reading ethnographic research* (2nd ed.). ,London: Longman.
Henry J. Lindborg(2003), (訳)今井義男,『CFT クロス・ファンクショナル・チームの基礎 ―勝ち残りをかけて変革を目指す組織』, 日本規格協会.
日置弘一郎・川北眞史(2004),『日本型 MOT』, 中央経済社.
本郷靖(2005),「特殊鋼の製品開発マネジメント」, 神戸大学 Current Management Issue 2005/6.
堀政彦(2008),「自動車技術戦略の策定に関わる経緯と今後の課題」, 自動車研究第 30

巻 1 号.
池田信之・今村紀子・高田沙都子(2007)，「製品音のデザイン」，東芝レビュー ,vol.62,No.9.
池田義雄(2007),「医用機器における機構制御設計プロセスの改革」，東芝レビュー, vol.62,No.9.
Imai, K., I. Nonaka, and H. Takeuchi(1985), “Managing the New Product Development Process: How Japanese Companies Learn and Unlearn,” in K. B. Clark, R. H. Hayes and C. Lorentz(eds.), *The Unessay Alliance: Managing the ProductivitypTechnology Dilemma.* Boston Harvard Business School Press, pp.337-381.
石井浩介（2005）,「DFX の目指すもの： 製品定義の確立と実践」，東芝レビュー, Vol.60　No.1.
石川晴雄(2006),「セットベースによる新しいコンカレント設計手法 ：多目的満足化手法(デジタル設計技術のフロンティア)」，日本機械学会，年次大会講演資料集，2006(8).
伊丹敬之(1999),『場のマネジメント』，NTT 出版.
伊丹敬之・西口敏宏・野中郁次郎(2000),『場のダイナミズムと企業』，東洋経済新報社.
糸久正人(2008),「品質工学を活用したフロントローディング戦略」，赤門マネジメント・レビュー 7 巻 4 号.
門永宗之助(2003),「クロスファンクショナル・チームの誤謬」，ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー,　ダイヤモンド社.
科学技術と経済の会(2003),「技術と経済 442」，科学技術と経済の会.
神山資将・井川康夫・亀岡秋男(2004),「日本の大学におけるＭＯＴ教育知識構造に関する科目シラバス分析」，研究・技術計画学会 第 19 回年次学術大会予稿集.
河原林桂一郎(2007),「MOD（Management of Design）と生産管理－デザインの領域拡大と意思決定のマネジメントー」，感性工学 Vol7, No2.
経済産業省大学連携推進課(2004),『技術経営のすすめ MOT』，経済産業省大学連携推進課.
機械システム振興協会(2007),「価値創造型ものづくり力強化に資する協調型フロン

トローディング設計支援技術開発に関する調査研究報告書」，機械システム振興協会.
木村英紀(2009),『ものづくり敗戦』, 日本経済新聞新聞社.
岸野安一(2007),「DR 強化，シックスシグマ活用で開発プロセスを変えていく（特集フロントローディング活動での品質管理）」，クオリティマネジメント，58(2), 日科技連出版社，40-43.
小林英樹・小林由典・幡中秀治(2005),「ライフサイクルアプローチに基づく環境調和型設計支援」，東芝レビュー，Vol.60 No.1.
小泉哲弥，神戸崇幸，秋山和彦(2007),「携帯電話のハードウェア プラットフォーム設計」，東芝レビュー,vol.62,No.9.
近藤浩一・星野享・本橋聖一（2005），「シミュレーションによるメカトロニクス機器ファームウェア開発の革新」，東芝レビューVol.60 No.1.
黒岩正（2005），「トレードオフ分析手法」，東芝レビュー，Vol.60 No.1.
京屋祐二，野口国雄，中野隆司（2005），顧客の声を起点にした商品企画プロセス，東芝レビュー，Vol.60 No.1.
リチャード・K・レスター(1998) ，(訳)田辺孝二，西村隆夫，藤末健三，『競争力 ―「Made in America」10 年の検証と新たな課題』，生産性出版.
ジェフリー・K・ライカー(2004)，(訳) 稲垣公夫，『ザ・トヨタウェイ 上/下』，日経 BP 社.
ジェフリー・K・ライカー，デイビッド・マイヤー(2005) ，(訳) 稲垣公夫，『ザ・トヨタウェイ 実践編 上/下』，日経 BP 社.
F・マキナニー，S・ホワイト(1993)，(訳)鈴木主悦，『日本の弱点』，NTT 出版
ジェームス・M・モーガン，ジェフリー・K・ライカー(2007)， (訳) 稲垣 公夫，『トヨタ製品開発システム』，日経 BP 社.
宮村鐵夫(1999)，「設計の思考プロセスにそった FMEA の概念整理と信頼性評価への活用」，品質 Vol.29, No.1.
ニック・ミルトン(2009)，(訳)梅本勝博，石村弘子，シンコムシステムズジャパン，『プロジェクト・ナレッジ・マネジメント ―知識共有の実践手法』，生産性出版.
水山昭宏(2009)，「考古学のコンカレントエンジニアリング」，情報考古学会.
門田安弘(2006)，『トヨタプロダクションシステム』，ダイヤモンド社.

本橋聖一・堺浩・吉田充伸(2007),「新 MI 手法 DMADV による開発・設計イノベーション」, 東芝レビュー,vol.62,No.9.
森俊樹(2005),「工程・組織効率化のための設計手法」, 東芝レビューVol.60,No.1.
根城寿・島田寛之・石橋良造・西村吉雄(2001),『デザインプロセスイノベーション』, 日経 BP 社.
日本能率協会(2003),『(第 25 回)2003 年度当面する企業経営課題に関する調査』, 日本能率協会.
日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(1997),『FF プロセス革新』, 日本能率協会コンサルティング.
日本能率協会コンサルティング(2004), 『RD&E, MOT 技術経営入門』, PHP 出版局.
日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(2004),『第 7 回開発設計技術革新に関する実態調査報告書』, 日本能率協会コンサルティング.
日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(2005),『第 1 回技術人材教育に関する実態調査報告書』, 日本能率協会コンサルティング.
日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(2007),『第 8 回開発設計技術革新に関する実態調査報告書』, 日本能率協会コンサルティング.
日本能率協会コンサルティング 開発設計革新チーム(2008),『第 2 回技術人材教育に関する実態調査報告書』, 日本能率協会コンサルティング.
日経 BP 社(2004),『日経 bizTech No.001 MOT の真髄』, 日経 BP 社.
日経 BP 社(2004),『日経ビジネス 2004/6/7』, 日経 BP 社.
日経 BP 社(2005),『松下電器の未来形 くらしの技術力』, 日経 BP 社.
日経ビジネス(2002),『トヨタはどこまで強いのか』, 日経 BP 社.
西尾誠一・相原雅己・田中利一(2007),「CFD を活用した高性能蒸気タービンの開発設計」, 東芝レビュー,vol.62,No.9.
野中郁次郎・竹内弘高(1996), (訳)梅本勝博,『知識創造企業』, 東洋経済新報社.
野元伸一郎(2010),『Latest boosting R&D management process techniques』, EU-JAPAN Center 講演資料
野元伸一郎, 梅本勝博, 近藤修司(2010),『各社におけるフロントローディング活動の成功ポイント』, 日本 MOT 学会 年次大会
野元伸一郎, 梅本勝博, 近藤修司(2010),『フロントローディング活動における設計品

質向上事例研究』，日本品質管理学会 年次大会

野元伸一郎，梅本勝博，近藤修司(2009),『技術ロードマップを活用したフロントローディング事例』，研究技術・計画学会 年次大会

野元伸一郎，梅本勝博，近藤修司，國藤 進(2011),『仮想取扱説明書を活用した品質保証部門起点のフロントローディング活動』，日本創造学会論文誌，Vol.15

尾高煌之助・都留康(2001),『デジタル化時代の組織革新』，有斐閣.

岡本史紀(1996),『ＭＯＴイノベーション ―進化する経営』，森北出版.

大久保恒夫・池田充郎・田代豊・近藤利夫・笠井良太・小寺博・桜井哲真(1997),「コンカレント・コラボレーション手法による MPEG2 映像圧縮 LSI 設計・製造の短 TAT 化」，電子情報通信学会論文誌，Vol.J80-D1，No.7，pp.570-581.

大富浩一・穂坂倫佳・池田宣之(2007),「ソフトウェアの動作検証支援システム ARVE」，東芝レビュー，vol.62,No.9.

大富浩一(2005),「製品開発における上流設計の重要性とその方法」，東芝レビュー Vol.60 No.1.

大内義昭(2007),「実用化に向けたモデル検査適用手法の開発」，東芝レビュー ,vol.62,No.9.

小沢正則（2005),「設計負荷と効率の定量的評価手法」，東芝レビューVol.60, No.1.

朴泰勲(2004),「日本自動車部品産業における CAE の活用戦略と企業パフォーマンス」，大阪経大論集第 54 巻 6 号.

Phaal, C.J.P. Farrukh, D.R. Probert, Collaborative technology roadmapping: network development and research prioritisation, Int. J. Technology Intelligence and Planning, Vol. 1, No. 1, pp.39-55, 2004.

C・K・プラハラード，ベンカト・ラマスワミ(2004)，有賀裕子(訳)，『価値共創の未来へ』，ランダムハウス講談社.

Project Management Institute(2004),『プロジェクトマネジメント 知識体系ガイド 第 3 版』，Project Management Institute.

Reid,S.E.,and de Brentani,U.(2004), "The fuzzy front end of new product development for discontinuous innovations: A theoretical model.", *Journal of Product Innovation Management*, 21(3),170.

Sabbagh, K.(1996), *"21st-Century Jet: The Making and Marketing of the Boeing 777"*,

Scriber, New York.
佐伯靖雄(2008),「製品開発組織と開発プロセス―車載用組み込みシステム開発の設計と調整―」，立命館経営学，第 46 巻第 5 号.
斉藤実(1993),『実践コンカレントエンジニアリング』，工業調査会.
櫻井章喜・辻本将晴(2007),「平成 19 年度先端工学研究機構研究成果報告書: 自動車開発におけるデジタル化の課題 ―部品特性の違いによる設計品質への負の影響」，先端工学研究機構.
佐々木隆・鈴木孝史・田沼唯士（2005），「蒸気タービンの戦略的開発設計」，東芝レビュー，Vol.60 No.1.
佐藤正之・野崎豊・川道武継・石川重雄（2007），「機構評価の技術改革とフロントローディング」，FUJITSU 58.4.
関満博・範建亭(2003)，(監修)経営労働協会，『現地化する中国進出日本企業』，新評論
鳥谷浩志(2008),「製造業の競争力を高める 3D デジタルものづくり」，赤門マネジメント・レビュー 7 巻 11 号.
妹尾堅一郎(2009),『技術力で勝る日本が，なぜ事業で負けるのか』，ダイヤモンド社.
鳥谷浩志(2007),「3D ものづくり革新―SolidWorks データの徹底活用―」，SolidWorks World Japan 2007.
進博正・遠藤侑介・片岡欣夫(2007),「開発イノベーションと CAE」，東芝レビュー,vol.62,No.9.
白井浩司・上田悦史・上村純一(2007),「イノベーション加速によるタグチメソッドの活用と役割」，東芝レビュー，vol.62,No.9.
鈴江歳夫(1992),『コンカレントエンジニアリングのすすめ』，日本能率協会マネジメントセンター.
鈴木宏正(2005),「3 次元計測とデジタルエンジニアリングの融合」, 精密工学学会誌, vol.71 No.10.
鈴木潤平(2008),「生産準備のフロントローディング実現に向けて（特集 ものづくり技術の情報を活用した設計）」，クオリティマネジメント，59(7)，日科技連出版社.
春藤和義(2007),「大規模 SoC の高位設計への取り組み R-CUBE」，東芝レビュー

vol.62,No.9.
田路則子(2005),『アーキテクチュラルイノベーション』, 白桃書房.
田中茂・材木隆二・加藤晃(2007), エアコンにおけるファームウェア設計プロセスの改革,東芝レビュー 2007/9,vol.62,No.9.
田中吉弘・山田錠之(2007),「物流を無くす減らす活動について： フロントローディング活動により企画段階で物流の最適化を図る」, 経営システム 17(4), 日本経営工学会.
竹田陽子（2000）,『プロダクト・リアライゼーション戦略』, 白桃書房.
Takeuchi, H. and I. Nonaka(1986), “The New New Product Development Game,” *Harvard Business Review*, January-February, pp.137-146.
竹内真弓・平山秀昭・位野木万里(2007),「シミュレーションを活用したメカトロニクス制御ソフトウェアの設計革新」, 東芝レビュー,vol.62,No.9.
田沼唯士・佐々木隆・新関良樹(2007),「ソリューションビジネスを成功へと導くプロセス技術とプロダクト技術」, 東芝レビュー, vol.62,No.9.
Terwiesch, C., C. H. Loch., De Meyer Arnoud(2002), “Exchanging Preliminary Information in Concurrent Engineering: Alternative Coordination Strategies”, *Organization Science,*vol.13, No.4, July-August,2002, pp402-419
Thomke,S., and Fujimoto, T(2000), "Front-loading" problem-solving on product development performance.", *Journal of Product Innovation Management*, 17(2),128.
ジョー・ティッド, ジョン・ベサント, キース・パビッド(2004), (訳)鈴木潤『イノベーションの経営学』, ＮＴＴ出版.
トヨタ自動車(2007), アニューアル・レポート 2007.
津田靖久(2004,2005),「コンカレント・エンジニアリングからコンカレント・マネジメントへ(1)-(15)―日産自動車の事例―」機械の研究, 第 56 巻第 10-12 号,第 57 巻第 1-11 号, 養賢堂.
Tushman, L.M. and P.Anderson.(1986). “Technological Discontinuities and Organizational Environments.” , *Administrative Science Quarterly*, 31, 439-465.
上野泰生(2005), 『実践デジタルものづくり』, 白日社.
Umemoto, Katsuhiro, Endo, Atsushi, Machado, Marcelo(2004), ” From sashimi to zen-in : the evolution of concurrent engineering at Fuji Xerox”, *Journal of Knowledge*

Management 8(4), Emerald Group Publishing Limited, pp89-99.
若林秀樹(2009),『日本の電機産業に未来はあるのか』, 洋泉社.
早稲田大学ビジネススクール(2002),『技術系の MBA MOT 入門』, 日本能率協会マネジメントセンター.
渡邉昌俊, 清水勇人, 石井英二(2008),「設計フロントローディングを加速する熱流体シミュレーション」, 日立評論, Vol.90 No.11 886-887.

Ward Allen; Liker Jeffrey K; Cristiano, John J; Sobeck, Durward K II(1995), "The Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions Can Make Better Cars Faster", *Sloan Management Review*; Spring 1995
Womack, J., D.Jones and D.Roos.(1990), "*The Machine that Changed the World*", New York: Rawson Associates.
山下大樹(2004),「製造業の不具合未然防止システム〜『なぜ?』『なぜ?』の IT 化〜」, 赤門マネジメント・レビュー 3 巻 11 号.
Yi Yang; Shinichiro Nomoto; Sam Kurokawa(2011), *"Knowledge transfer in corporate venturing activity and impact of control mechanisms"*, International Entrepreneurship Management Journal.
谷沢秀徳・関屋幸雄・高橋英昭(2005),「富士通における DFX の適用」, FUJITSU 56.6.
Yin, Robert K., *"Case Study Research: Design and Methods"*, Sage Publications, 2002.
吉田浩俊・近藤泰昌・吉田有一郎(2007),「設計フロントローディングを加速する熱流体シミュレーション」, 東芝レビュー, vol.62,No.9.
Maximilian von Zedtwitz (2008), "Organizational learning through post-project reviews in R&D", R&D Management, Vol. 32, No. 3.

Appendix

1. 開発設計技術革新に関するマネジメントレベル実態調査

本研究を進めるにあたり，コンカレント・エンジニアリング実施企業に対してのサーベイを行い，その結果も参考にした。

以下は，サーベイの概要と設問，結果のサマリーである。

実態調査名称 1:　第 7 回開発設計技術革新に関する実態調査
―ＭＯＴ時代の技術・開発設計革新の新潮流を探る―

実態調査名称 2:　第 8 回開発設計技術革新に関する実態調査
―価値貢献の高度化に向けた新たな協創方向を探る―

2. インタビュー・スケジュール

2-1 事例 1
2-2 事例 2
2-3 事例 3
2-4 事例 4

1. 開発設計技術革新に関するマネジメントレベル実態調査

実態調査名称 1: 第 7 回開発設計技術革新に関する実態調査
—MOT 時代の技術・開発設計革新の新潮流を探る—

調査概要

1. 調査の目的

この調査は，新製品開発機能の中核を占める研究・開発設計部門等技術部門の，経営的課題，開発設計の実態，課題への対応策などをアンケートにより把握するものである。また，これを産業界全体の動向に照らして，今後の対応策を探り，産業界各社に提言としてフィードバックするものである。

これまでに，

第 1 回（1968 年） 高度成長対応の設計技術業務実態調査
第 2 回（1978 年） 低成長対応の設計技術業務実態調査
第 3 回（1988 年） 技術環境変化に対応する設計技術業務実態調査
第 4 回（1994 年） 事業環境変化に対応した開発設計技術業務革新の実態調査
第 5 回（1997 年） 低成長・メガコンペティション変化に対応する開発設計業務革新
第 6 回（2001 年） 価値創造に向けた開発設計マネジメント革新

を通じて各時点における各企業の対応と産業界全体の動向把握，課題提起を行った。

今回第 7 回調査として，「MOT 時代の技術・開発設計マネジメント革新」の実態調査を実施した。

また，今回の調査は日本以外の諸外国との比較調査も視野に入れている。これについては別途，報告書を作成する予定である。

2. 調査の内容

本調査は，企業における開発設計業務の実態をとらえ，また従来の調査との比較研究を行うために，下記の内容で実施した。

(1) 会社および事業所（事業部）概要
(2) 技術部門における強化課題

(3) 開発力

(4) 開発設計におけるテーマの実態

(5) 開発設計における QCD 実態

(6) 開発設計マネジメントの現状と課題

(7) その他の開発設計マネジメント

(8) 技術者の教育

(9) 価値創造に向けた R&D 革新

3. 調査対象と調査方法

本調査の対象は，東京証券取引所第 1 部，第 2 部上場会社および非上場会社のうち，製造業を中心に 3070 事業所を対象とした。調査方法は 2004 年 7 月より 8 月までの期間に，質問調査票を研究・開発設計部門の責任者に郵送した。回収率は 8.3%であった。

4. 回答企業/事業所について

今回の調査で回答のあった 256 事業所の構成を，表 1 から表 4 に示す。

表1. 業種別アンケート回答件数と構成比率

業種の分類	件数	比率
精密機械	12	4.7%
電子機器・部品	30	11.7%
電気機器	21	8.2%
機械	39	15.2%
自動車関係	35	13.7%
輸送機(除自動車関係)	7	2.7%
金属製品	6	2.3%
食・薬・化学	44	17.2%
素材	17	6.6%
建設土木	28	10.9%
通信・ソフト	5	2.0%
その他製造業	12	4.7%
合計	256	100.0%

表2. 回答企業の資本金と事業部門の年間売上高

資本金	件数	比率
5億円未満	19	7.7%
5～10億円未満	7	2.8%
10～50億円未満	52	21.0%
50～100億円未満	39	15.7%
100～500億円未満	81	32.7%
500～1000億円未満	22	8.9%
1000～3000億円未満	20	8.1%
3000億円以上	8	3.2%
合計	248	100.0%

全社年間売上高	件数	比率
10億円未満	1	0.4%
10～50億円未満	5	2.0%
50～100億円未満	7	2.9%
100～500億円未満	62	25.3%
500～1000億円未満	43	17.6%
1000～3000億円未満	56	22.9%
3000～5000億円未満	16	6.5%
5000億円～1兆円未満	25	10.2%
1兆円以上	30	12.2%
合計	245	100.0%

表3. 回答の立場

	比率
(1) 会社全体の立場	57.4%
(2) 特定事業所(事業部)の立場	42.6%
計	100.0%

	比率
(1)研究所系(基礎研究・応用研究等)	27.2%
(2)製品開発系	72.8%
計	100.0%

報告書の目次

4-3. 代表担当製品群における基本機種開発のモデルチェンジサイクル

5. 開発設計における QCD 実態

5-1. 開発設計の品質

5-2. コストダウン

5-3. 開発設計の期間短縮

6. 開発設計マネジメントの現状と課題

6-1. 日常業務運営のマネジメント

6-2. 開発テーマ推進上のマネジメント

6-3. 技術力向上のマネジメント

6-4. 開発設計プロセスパターン

7.その他の開発設計マネジメント

7-1. ソフトウェア開発マネジメント

7-2. デジタル・エンジニアリング

7-3. アライアンス（技術提携）

8. 技術者の教育

9.価値創造に向けた R&D 革新

9-1. 顧客志向マネジメントの現状水準

9-2. 競合研究（ベンチマーキング）に関するマネジメントの現状水準

9-3. ナレッジ・マネジメント

9-4. 知財マネジメント

9-5. 社内起業マネジメント／ベンチャー制度，産官学診連携マネジメント

9-6. 技術革新のマネジメントに関する取り組み

9-7. 組織的な革新活動

調査結果に基づく提言

提言１　『研究開発へ積極的に投資せよ』
―ヒト，モノ，カネへの先行投資―

本開発設計実態調査では毎回，研究開発投資比率データを取得しているが，ほぼ横ばいである。

しかし，売上高が落ちている中での投資比率が横ばいという結果は，研究開発投資費の絶対値自体は年々，減少しているということである。開発設計の現場でみる限り，研究開発投資費は年々，確実に減少し，技術者数も減少し続けている。

一方，今回の実態調査結果から，3 年前から研究開発投資（ヒト・モノ・カネ）を積極的に行なっている企業では，高い事業成長がうかがわれる。

ヒト：　教育（技術スペシャリストの育成，設計手法・解析手法などの研究，知財マネジメントレベル，社内起業マネジメント，産官学診連携マネジメント）

モノ：　研究開発設備/ツール，プラットフォーム構築

カネ：　研究開発費（先行開発費，新製品開発費）

先行開発，新製品開発への取り組みは重要であると認識はされているが，売上高が減少しているときは，なかなか継続的投資には踏み切れないものである。

そもそも研究開発は，世の中にない新しいものを創出する行為であり，お客様・社会・自社事業に貢献する将来への投資である。したがって，研究開発への投資はすぐに効果を求めずに 3 年後ぐらいに効果や事業的成果がでてくるという認識を持つべきである。単純に目先の売上減に連動して研究開発投資費を削減するのではなく，中長期的展望に立って，計画的・継続的に研究開発投資を行なうことが重要である。

提言２　『アライアンスを効果的に活用せよ』
―自社の強みの認識と価値業務への集中を―

自社のコアコンピタンスは何だろうか，将来に向けてコアコンピタンスにしたいも

のは何だろうか，この部分の討議は技術部門内であまりなされていないように感じる。
昨今の事業環境や研究開発投資動向を見ると，自社のみに閉じた開発は限界にきていると思われる。これは技術者の人数が年々減少しているにも関わらず，顧客要求の多様化により開発テーマ数が増加し，かつ，要求品質・コスト・開発期間の高度化によりそのしわ寄せが品質トラブルにつながっていることからも伺える。日本企業はこれまで自社開発にかたくなにこだわり続けてきた。しかし，限られたリソースのなかで効果的・効率的な開発をすすめるためには，選択と集中が重要になる。そこで，自社のコアコンピタンスの明確化と価値業務への集中を踏まえ，アライアンスを志向したい。

意外にコアコンピタンスの議論はトップから末端まで実施されていないのが実情である。このような現状からは良いビジョンが生まれない。そこで，トップはもちろん将来を支えるミドル・マネジャーを入れ，将来の市場・技術動向を見据えた議論からコアコンピタンスの検討と価値業務への重点化をぜひ実施したい。ミドル・マネジャーには未来志向をしてもらうことも重要である。

アライアンスにあたっては，単純に一部の業務委託ではなく，自社の価値を明確にし，アライアンスを通じて何を補完し，最終的に自分達のものにしようとするのかといった知財戦略も同時志向することが重要である。アライアンス先の選定にあたっては，商品・技術・人材の創発が起こるような相手を検討したい。アライアンス後は，現場の混乱を最低限に抑えるために，品質マネジメントシステムを融合・整合させることも重要である。

自社の商品・技術開発をより効果的・効率的に進めるためにも，もう一度，自社のコアコンピタンス・価値を再認識し，アライアンスを通じて顧客へのさらなる価値提供を考えていきたい。

提言 3　『先行開発と開発設計の並行化マネジメントを強化せよ』
―Process　Re-designing―

これまでの実態調査をトレンドで見てみると，毎回，開発期間短縮要請は高まっている。

開発期間短縮要請が進み，かつ技術者人員が減少している今日，先行開発にパワー

が投入できず，完成度の低いまま開発設計に移行し，結局，開発設計で後ダレ，品質問題に忙殺されるという悪循環が続いている。
各種データを見てみても，先行開発へのパワー投入を課題として上げている業種がほとんどである。

これまでの先行開発でしっかりと技術完成度を上げ，その上で商品開発に適用するというシリアルな工程はほとんど成り立たないため，今後は先行開発と開発設計をいかにパラレルに実施するかというマネジメントが重要になる。
そのためには先行開発における目標設定が最も重要なポイントになる。今後の商品展開，開発設計時に生じる技術課題，量産課題の抽出と事前対策，評価手法の検討，開発プロセス革新の先行検討といった技術プラットフォームを先行開発立ち上げ時から検討しておく必要がある。そのためにも先行開発立ち上げ時から，新３Ｃ（Concurrent, Collaborate, Commitment）を進める体制・運用構築を進めたい。これが Re-design　Process である。

新 3C における Concurrent は社内だけでなく，アライアンス，協力会社，アウトソース，分散拠点全てに対してのコンカレント/連携方法の工夫を極めたい。Collaborate についてはアライアンスはもちろん，異業種，異分野とのベンチマークも視野に入れたい。Commitment は自らのコミットを自プロジェクト/部門，他プロジェクトへの水平展開，顧客といった貢献対象を拡大して行いたい。

提言４　技術者の企画力アップへの取り組みをせよ』
—how だけでなく，what への取り組みを—

技術部門における今後の重点課題として顧客起点マネジメントをあげている事業所が多いが，その現状水準は開発力に関する設問と合わせてみると低いままになっている。この傾向は前回調査から続いており，技術者の企画力向上は課題としては認識しているものの，実際の行動にはつながっていないと考えられる。

開発スピードアップがますます求められ，かつ，企画の質，仕様の質が強く求められる今日において，技術者の視点で顧客要求事項を満たすためのよりよい方法の仮説検証を企画段階で行い，同時に実現可能性も評価することが必要である。商品企画は

企画部門の仕事，開発目標が決まってから以降が開発・設計部門の仕事というように業務受け渡し型で進めていたのでは，魅力ある商品づくりやスピード開発は実現できないのである。仕様が決まらないことが問題ではなく，早く決めるための手を打っていないこと，技術者自ら行動していないことこそが問題なのである。

一方，実際の開発設計の現場では，仕様検討，設計，評価，製造フォロー，クレーム対応，法規対応等，ますます業務が多様化，増加しているので，ビジネス，企画について検討の時間が取れていないのが現状である。昔からいわれているように，商品力はニーズとシーズの融合により生まれる。最近は顧客ニーズの多様化のため，ニーズといっても顕在ニーズだけでなく，潜在ニーズの探索が最も重要である。しかし，技術者にその思想，手法の伝授と時間を与えているだろうか。ほとんどの企業では，No である。しかし，思想，手法を知っていれば，視点をもって技術開発，商品開発に取り組むことができる。そこから技術者からの先行提案による，よい製品仕様が生まれるはずである。

そのためには，まず，「フォロー業務を削減し，先行段階への業務・工数のパワーシフト」を行い，本来業務へのパワー集中を図った上で，「自らの商品化ビジョンおよび構想案と実現方法を仮説として持つ」ことが必要となる。また，仮説を描く際に「経営的スタンスに立った中長期視点で発想する」こともこれからの技術者には求められる。したがって，技術者のマーケティング，商品企画のステップ，顧客分析の仕方等の教育，OJT という仕掛けをぜひ進めていただきたい。そのようにして，いつも新しい技術ネタを考え続ける集団でありたいものである。

提言 5 『組織的に設計品質力強化を実践せよ』
―個人レベルの設計品質向上活動からの脱却―

「品質，コストの 8 割は設計段階で決まる」と日本の製造業では古くから認識されており，各社で熱心な取り組みを行われているが，今回の実態調査において，設計品質水準は過去からのトレンドで見ると悪化傾向にあり，約半数の事業所が「開発設計起因のトラブルが多い」と回答している。また，「納期がズルズル遅れてしまう」，「何

とか納期だけは遵守するが出荷後も混乱状態が続く」という開発パターンに陥っている事業所も過半数を占める。このことは，開発期間が確実に短縮している中で，そのしわ寄せが品質にきていることが大きな原因と考えられる。

このような状況の中で，設計品質向上のための取り組みを個人レベルの改善行動だけで進めていくには，もはや限界にきている感がある。また，設計品質を強化するには自社の新技術対応も含めて考える必要があることから，組織全体での中長期ビジョンにもとづく活動展開が重要となる。

一方，コンサルティングの現場から見て，どの会社でも品質関連部門の方々は設計品質改善の方法論をよく知っている。しかし，最近特に設計品質問題がクローズアップされているのはなぜかと考えてみると，「知っていること」と「出来ること」は異なるということである。出来ていない理由として考えられるのは，一つ目は，設計品質を向上させるための取り組みは階層別に異なるはずだが，残念ながら取り組むべきことが不明確である。二つ目は，中堅，若手層に対する設計品質向上に向けた教育（設計ノウハウ，レビュー方法，評価技術，品質改善手法など）の不足があげられる。

したがって，組織的な設計品質向上活動を推進していくためには，以下のようなテーマに取り組む必要がある。

① 改革ビジョン，改革シナリオの明確化と浸透
② 設計品質の作り込みプロセスを変える
③ 設計品質を維持向上させる風土づくり
④ ISO9001，CMMI 等の品質システムを活用した設計品質向上

①については，部門トップ自らが繰り返し語りかけ，積極的な活動支援を行うことが必要である。②については，開発計画と連動させて設計品質を向上させるストーリーを描くことが重要である。③については，ミドル・マネジャー自らが改革意識の高い新しい組織風土をつくり，同時に，よい設計者にするべく育成を図ることが重要である。④については，ISO9001，CMMI 等の品質システムの根底にあるコンセプトを末端まで理解させることが必要である。

提言６　『健全な危機感を技術部門全体で醸成せよ』
―ありたい姿の設定が健全な危機感を生む―

商品・技術のパラダイムシフトが恒常的に起こる昨今の経営環境においては，過去・現在の成功体験にとらわれて現状に満足してしまい，健全な危機感による革新活動が生まれないことがある。また，事業的になかなか上手くいかず，これ以上努力しても上手くいかないというあきらめ感が蔓延している組織でも健全な危機感による革新活動が生まれない。

過去・現在の成功体験に染まっている企業では，顧客に対して提供する価値のレベルや自分たちの革新レベルを低く設定していないだろうか。また，事業的に上手くいっていない企業ではあきらめ感から目標レベルを低く設定していないだろうか。

今後，事業を牽引することが求められる技術部門では，これまでの事業の成功・失敗にとらわれず，ありたい姿・高い目標を設定し，現状とのギャップを埋めるべく部門一丸となって健全な危機感を持ち，革新し続けていくことができる組織づくりが求められる。ありたい姿・高い目標を設定するためには，顧客の要求ニーズ，顕在・潜在化している問題，将来の競合動向，自社の技術目標を検討する必要がある。健全な危機感は，ありたい姿・高い目標を設定し，現状とのギャップを認識したうえで，それを解決しようとする意思から生まれる。これは危機の未然防止という観点からも重要である。とはいえ担当者にとって高い目標を設定することは難しいことである。そこでマネジャーは担当者に対し，高い目標を与えるだけでなく，その実現方向・状況をマネジメントすることが求められる。このような組織活動の実践がさらなる危機感を醸成し，革新エンジンを持った強い組織・人材づくりにつながるのである。

調査結果抜粋

1．会社および事業所（事業部）概要

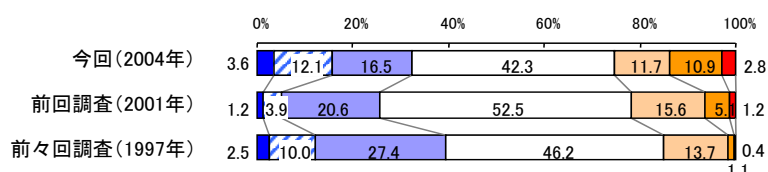
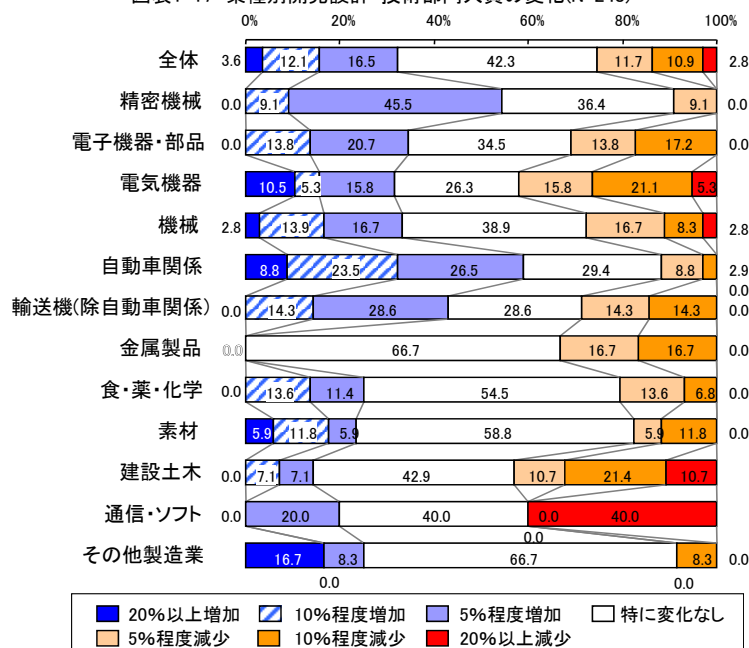
1－３　開発設計・技術部門の人員動向

（3）開発設計・技術部門人員の変化

開発設計・技術部門の人員の変化は、「増加した」が 全体の32.2%、「減少した」が全体の25.4%を占めている。また、前々回調査(1997年)からのトレンドで見ると、「減少した」という回答率が回を追うごとに増加している。

業種別に見てみると、精密機械、自動車関係の増加率が大きいことがうかがえる。また、これらの業種は研究開発投資も増加傾向にあり、事業成長率も高水準にある。

一方、減少傾向にあるのは、通信・ソフト、金属製品となっている。特に通信・ソフトは前回調査（2001年）では、増加傾向にあったのが一転して減少傾向になっており、研究開発投資にも慎重な態度をとっているといえる。

－29 －

4．開発設計におけるテーマの実態

4－1　開発設計部門で一年間に実施するテーマ件数の増加傾向

中期的には、開発設計部門で一年間に実施する開発・設計テーマ件数は微増傾向である。

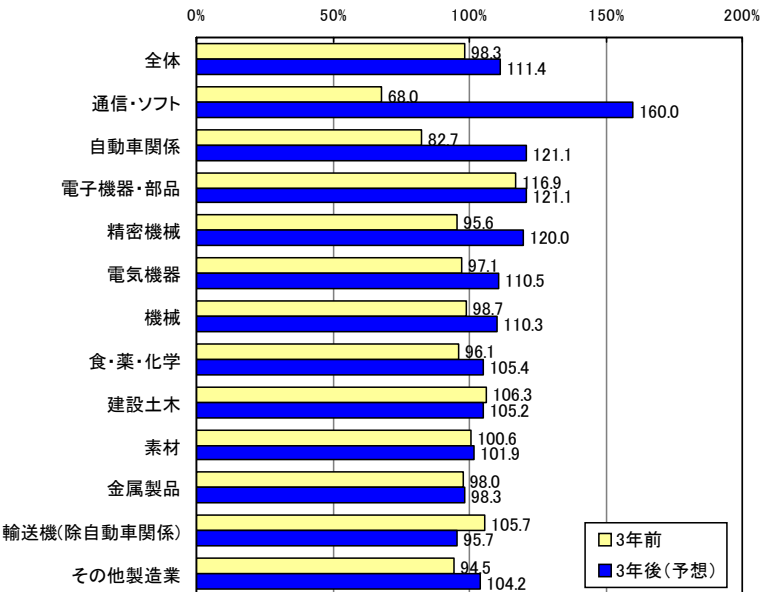
開発設計部門で一年間に実施する開発・設計テーマ件数の増減傾向を現在を100として指数化した場合、3年前が98、3年後（予想）111であった。

業種別に見ると次のような特徴があった。通信・ソフト、自動車、精密機械、電気機器、機械、食・薬・化学、その他製造業では、3年前から現在そして3年後に向けて連続して開発・設計テーマ件数が増加すると予想している。また、開発・設計テーマが3年前から現在にかけて減少、現在から3年後にかけて増加するとしている業種は、電子機器・部品と建設・土木であった。3年後、現在よりも開発・設計テーマが減少すると見ている業種は、金属製品、輸送機（除自動車）であった。

図表4-1　開発・設計テーマ件数の増減傾向（N=234）

（平均）

３年前	現在	３年後（予想）
98	100	111

図表4-2　開発・設計テーマ件数の増減傾向－業種別(N=234)

4. 開発設計におけるテーマの実態

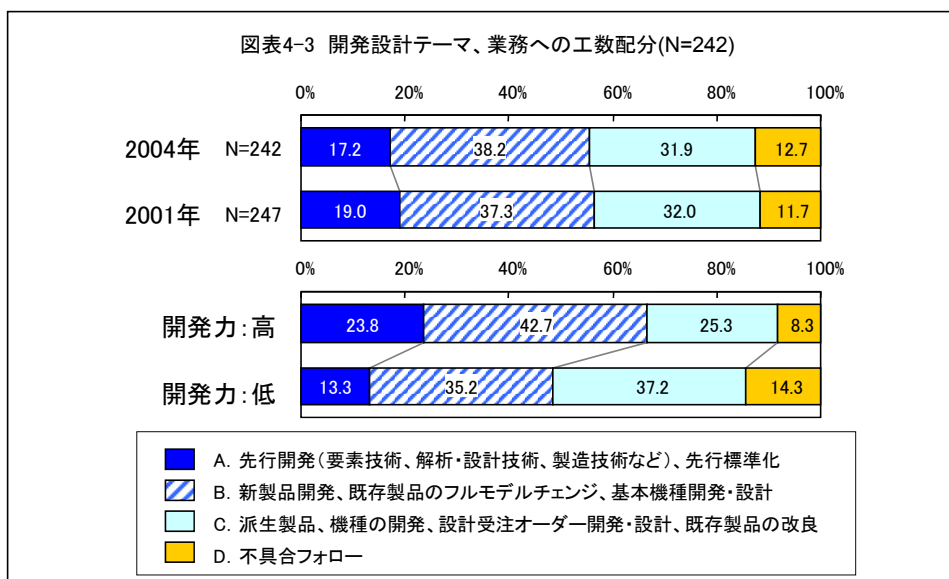
4－2 開発設計・技術部門で一年間に実施する開発設計テーマ、業務への工数配分について

先行開発、新製品開発への投入工数は約55％であり、前回調査(2001年)と比較しても大きな変化はない。
開発力の高い事業所では、先行開発、新製品開発への取り組みが進んでいる。

開発設計・技術部門で一年間に実施する開発・設計テーマの業務への工数配分は、
A:先行開発(要素技術、解析・設計技術、製造技術など)、先行標準化 17.2%
B:新製品開発、既存品のフルモデルチェンジ、基本機種開発・設計 38.2%
C:派生製品機種の開発、設計受注オーダー設計、既存品の改良 31.9%
D:不具合フォロー 12.7%
であった。

前回調査(2001年)の実態調査結果と比較した場合、ほとんど変化していないことが伺われる。
また、開発力の高い事業所の工数配分は以下の通りである。
A:先行開発(要素技術、解析・設計技術、製造技術など)、先行標準化 23.8%
B:新製品開発、既存品のフルモデルチェンジ、基本機種開発・設計 42.7%
C:派生製品機種の開発、設計受注オーダー設計、既存品の改良 25.3%
D:不具合フォロー 8.3%
であった。

開発力の高い事業所は、低い事業所と比較して、先行開発への投入工数が高く(1.8倍)、不具合フォロー工数が低い(0.6倍)という傾向が出ている。

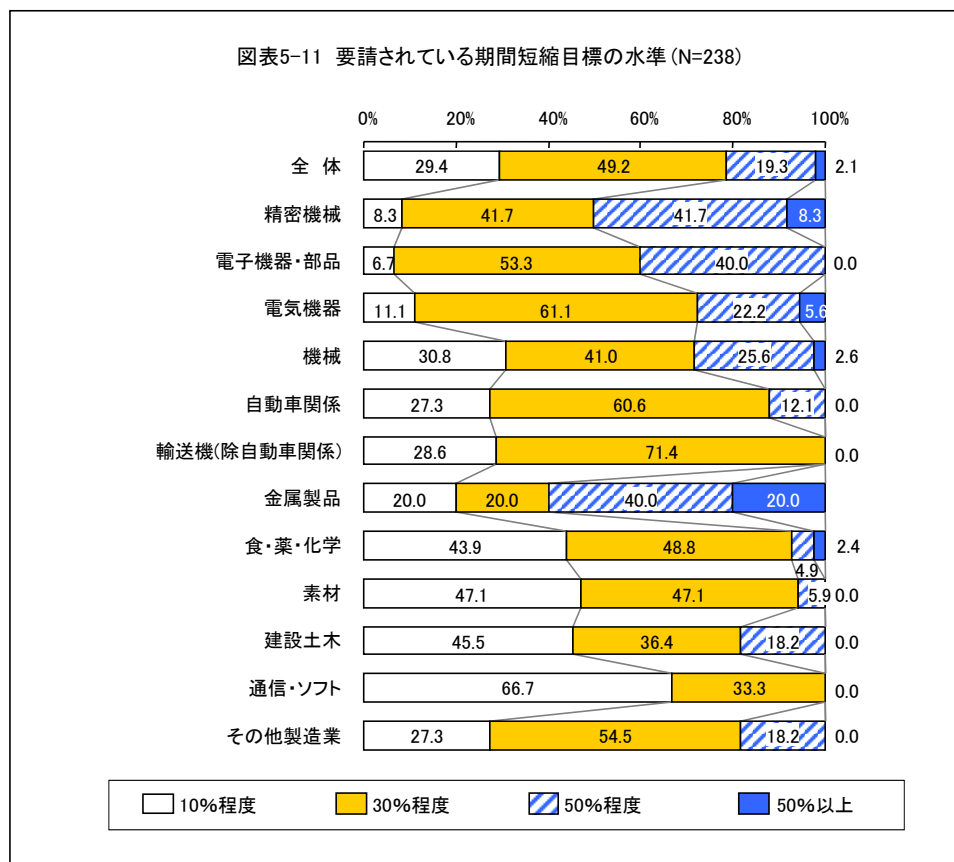
図表4-3 開発設計テーマ、業務への工数配分(N=242)

5. 開発設計におけるQCD実態

5－3 開発設計の期間短縮

(2)要請されている期間短縮目標の水準

約7割の事業所で「30%以上」の期間短縮を目標としている。

現在、要請されている期間短縮目標の水準は、「10%程度」が29.4%、「30%程度」が49.2%、「50%程度」が19.3%、「50%以上」が2.1%であった。
業種別に見ると、金属製品、精密機械、の目標水準が高くなっている。
特に金属製品では、高い要求水準に対し、達成率が高くなっている。

－50－

７．その他の開発設計マネジメント

７－２　デジタルエンジニアリング

（2）3D-CAD/CAEの活用イメージの状態水準

「うまく活用できている」割合が最も高いのは、基本詳細設計である。
「うまく活用できている」割合が最も低いのは、実験・試験結果フィードバックである。

「うまく活用できている」割合が最も高いのは基本詳細設計であり、干渉チェック等について活用できていると考えられる。
「うまく活用できている」割合が最も低いのは実験・試験結果フィードバックであり、CAEの精度向上に向けたCAE担当部門と実機評価担当部門の連携が課題であると考えられる。
また、設計段階以降の活用水準は全体的に「活用できていない」状態にある。

3D-CAD/CAEの導入が進んでいる業界である自動車関係、機械、電子機器・部品を比較すると、自動車関係業界が企画～CAEの工程において「うまく活用できている」割合が最も高く、開発源流段階における3D-CAD/CAEの活用水準が高いと考えられる。

開発力の高い事業所は、量産準備、販売促進以外の工程で開発力の低い事業所よりも3D-CAD/CAEの活用水準が高い。したがって、開発力を高めるためには、3D-CAD/CAEの活用水準を高めていくことが重要であると考えられる。また、開発力の高い事業所は、開発初期段階（企画～CAE）での活用水準が特に高く、開発力を高めていくには、開発源流段階での3D-CAD/CAEの効果的な活用が特に重要であると考えられる。

品質トラブルの少ない事業所は、企画～CAEの全ての工程において、「うまく活用できている」割合が、品質トラブルが多い事業所より高く、3D-CAD/CAE活用により品質を高めていると考えられる。

納期を遵守できている事業所は、量産準備以外の全ての工程において、「うまく活用できている」割合が、納期未達の事業所を上回っており、3D-CAD/CAEの効果的な活用が納期遵守に寄与していると考えられる。特に、企画～CAEの工程においての活用水準が高いことから、3D-CAD/CAEの活用を納期遵守に結びつけるためには、開発源流段階における効果的な活用が必要であると考えられる。

プロセスパターンが③、④の事業所は、全ての工程において3D-CAD/CAEを「うまく活用できている」の割合が、①、②の事業所を上回っており、3D-CAD/CAEの活用がプロセス水準の向上に寄与していると考えられる。

今後の重点課題として割合が高いのは、CAE、バーチャルDR、実験・試験結果フィードバックであり、開発の早い段階での評価精度を高めることが重要であると考えている事業所が多いと考えられる。

開発力の高い事業所の重点課題として最も割合の高いのはCAEの活用であるが、開発力の低い事業所はバーチャルDRである。開発力を高めていくには、まず、バーチャルDRの高度化が第一歩であると考えられる。
さらに、実験・試験結果のフィードバックによるCAEの活用等により3Dデータを徹底活用していくことが重要であると考えられる。

実態調査名称 2:　第 8 回開発設計技術革新に関する実態調査
—価値貢献の高度化に向けた新たな協創方向を探る—

調査概要

1.調査の目的

この調査は，新製品開発機能の中核を占める研究・開発設計部門等技術部門の，経営的課題，開発設計の実態，課題への対応策等をアンケートにより把握するものである。また，これを産業界全体の動向に照らして，今後の対応策を探り，産業界各社に提言としてフィードバックするものである。

これまでに，

第 1 回（1968 年）　高度成長対応の設計技術業務実態調査
第 2 回（1978 年）　低成長対応の設計技術業務実態調査
第 3 回（1988 年）　技術環境変化に対応する設計技術業務実態調査
第 4 回（1994 年）　事業環境変化に対応した開発設計技術業務革新の実態調査
第 5 回（1997 年）　低成長・メガコンペティション変化に対応する開発設計業務革新
第 6 回（2001 年）　価値創造に向けた開発設計マネジメント革新
第 7 回（2004 年）　ＭＯＴ時代の技術・開発設計マネジメント革新

を通じて各時点における各企業の対応と産業界全体の動向把握，課題提起を行った。

今回は第 8 回調査として，「価値貢献の高度化に向けた技術・開発設計マネジメント革新」の実態調査を実施した。

また，今回の調査も日本以外の諸外国との比較調査を視野に入れている。これについては別途，報告書を作成する予定である。

2.調査の内容

本調査は，企業における開発設計業務の実態をとらえ，また従来の調査との比較研究を行うために，下記の内容で実施した。

(1) 会社および事業所概要
(2) 将来の（今後３年間程度）重要な取組み領域・革新課題

(3) 総合開発力について

(4) 開発設計におけるテーマ／QCD の実態について

(5) 開発設計マネジメントの現状と課題

(6) その他の開発設計マネジメント

(7) 技術者の教育について

(8) 価値創造に向けたＲ＆Ｄ革新について

3.調査対象と調査方法

本調査の対象は，東京証券取引所第 1 部，第 2 部上場会社および非上場会社のうち，製造業を中心に約 4000 事業所を対象とした。調査方法は 2007 年 9 月より 11 月までの期間に，質問調査票を研究・開発設計部門の責任者に案内を郵送し，web の設問に直接アクセスし，回答していただいた。回収率は 2.5%であった。

4.回答企業／事業所について

今回の調査で回答のあった 106 事業所の構成を，表 1 から表 4 に示す。

表1. 業種別アンケート回答件数と構成比率

事業の分類	記号	件数	割合
精密機械	A	7	6.6%
電子機器・部品	B	12	11.3%
電気機器	C	13	12.3%
機械	D	18	17.0%
自動車関係	E	7	6.6%
輸送機(除自動車関係)	F	5	4.7%
金属製品	G	3	2.8%
食品	H	13	12.3%
医薬品	I	1	0.9%
化学	J	10	9.4%
素材	K	7	6.6%
建設土木	L	3	2.8%
通信・ソフト	M	4	3.8%
その他製造業	N	3	2.8%
計		106	100.0%

表2. 回答企業の資本金と年間売上高

資本金	件数	割合
5億円未満	18	17.0%
5～11億円未満	5	4.7%
11～21億円未満	4	3.8%
21～51億円未満	14	13.2%
51～101億円未満	14	13.2%
101～301億円未満	21	19.8%
301～501億円未満	10	9.4%
501億円以上	16	15.1%
※回答不可	4	3.8%
計	106	100.0%

法人の年間売上高	件数	割合
200億円未満	20	20.2%
200～500億円未満	13	13.1%
500～1000億円未満	12	12.1%
1000～3000億円未満	23	23.2%
3000億円～1兆円未満	19	19.2%
1兆円以上	12	12.1%
計	99	100.0%

表3. 回答の立場

ご回答頂く立場	件数	割合
法人全体の立場	45	42.5%
特定事業所(事業部)の立場	61	57.5%
計	106	100.0%

ご回答の対象となる領域	件数	割合
研究所系(基礎研究・応用研究 等)	28	26.4%
製品開発系	78	73.6%
計	106	100.0%

報告書の目次

4-4. 先行技術・要素開発

4-5. 新製品研究／新製品開発・設計

4-6. 派製品開発・設計／アレンジ開発・コストダウン設計

4-7. 不具合対応

4-8. ISO9000s に関する今後の重点課題

5.開発設計マネジメントの現状と課題

5-1. 日常業務運営のマネジメント

5-2. 開発テーマ推進上のマネジメント

5-3. 技術力向上のマネジメント

5-4. 開発設計プロセスパターン

6.その他の開発設計マネジメント

6.1. ソフトウェア開発設計マネジメント

6.2. デジタル・エンジニアリング

7.技術者の教育について

7-1. 年間概略日数と教育費と研究開発費の比率

7-2. 現在／３年後の年間教育カリキュラムの時間割合

7-3. 3 年後を目指して強化すべき年間教育カリキュラム

8.価値創造に向けた R&D 革新

8-1. 価値創造全般での現状レベルと今後の重点課題

8.2. 顧客志向マネジメント

8-3. 競合研究（ベンチマーキング）に関するマネジメントの現状レベル

8-4. ナレッジ・マネジメントの取組み

8-5. 知財マネジメント

8-6. 技術革新マネジメントの取組み

8-7. 組織的な革新活動の取組み

8-8. 技術部門における環境問題への取組み

8-9. 環境に関する製品・プロセスの改善のための方法

調査結果に基づく提言

提言 1『技術ロードマップの活用高度化を推進したい』
—技術ロードマップを活用し，現在及び将来のステークホルダー起点での組織的な先行開発の促進や技術者一人一人の先行志向力を磨き上げる—

最近の研究開発，設計の現場は確実に目の前の仕事中心に変化してきている。それは顧客ニーズの多様化への行き過ぎた対応，開発期間短縮起因といっても過言ではない。これは良い変化ではなく，悪い変化といえるのではないか。

本来，技術者は中長期，短期の両面で顧客の求めるもの，社会の求めるものに技術と創造というものを通じて貢献していくことがミッションであるにも関わらず，短期的なニーズに追われすぎてしまっている。つまり，目先の事業貢献に追われすぎ，中長期的な志向ができなくなってきていることが全般的な最近の流れである。

最近，技術ロードマップにフォーカスがあたっているのは，この中長期的な志向の必要性が重視されているためと思われる。
しかし一方では，技術ロードマップは構築したものの

・末端まで展開されていない
・絵に描いた餅
・利用目的があいまい
・更新されておらず陳腐化
・市場・競合情報・動向分析不足

といった声もよく聞く。また，技術ロードマップの構築が課題であるという企業，事業所もまだまだ多いことは実態調査からもうかがえる。
技術ロードマップ構築にあたっての最大のポイントは，

・目的の明確化と目的に添った項目（縦軸）の設定
・末端への展開とメンテナンス

と考える。技術ロードマップ構築活動を通じて，何を実現したいのか。先行開発を推

進したいのか，開発プロセス革新を目指すのか，共通開発を行いたいのか，人材育成を目指すのか，それぞれに応じて技術ロードマップの項目（縦軸）は異なる。またせっかく作成した技術ロードマップも末端の技術者の業務との関連性が明確であり，かつ様々な動向変化に応じて見直していかないと意味はない。それを末端の担当者までレベルまで落とし，自分の業務が将来を見据えるとどのような意義があるのかといったことも考え，技術者一人一人の先行志向力をさらに磨くような開発スタイルを組織的に目指したい。

提言 2『価値貢献の高度化に向けた新 3C マネジメントを考えたい』
―製品価値向上と開発スピードアップに向けた Collaborate, Concurrent, Commitment―

多様化する顧客要求に伴い，製品仕様の高度化・複雑化，開発規模の増大，開発期間短縮化，開発テーマ数増大といったことがこれまで以上に発生し，技術部門の現場では，

・要素開発未完成のまま開発が進んでいる
・先行開発にパワーが投入できない

といった問題点が指摘されている。

また，デジタル化やモジュール化の加速により，デバイス，モジュールの汎用化等が進み，開発期間短縮はさらに加速し，逆にデバイス，モジュールメーカー，設備メーカーがイニシアチブを持ち，機能の差別化が難しいという現象も様々な業種で垣間見られるようになってきた。

そこで今後は，他社技術・製品との差別化のために技術・製品独自の「価値」をさらに考え，見出していく必要がある。開発期間短縮一方で，自社独自の価値を明確化し，製品投入計画通りに発売することが，今後の技術部門における重要課題であり，以下のようなことを考えていく必要がある。

・顧客価値の徹底研究
・製品・技術・サービス価値の徹底的な見極めと明確化
・価値部分／非価値部分の製品開発スピードアップ方法の検討

新 Concurrent では社内他部門だけでなく，アライアンス，サプライヤー，協力会社等との効果的な社外連携を行いながら開発の進め方革新が必要である。自社，自部門の価値を常に見据えながら，社内外連携を考え，どの部分をどのような形で連携していくかを技術ロードマップで定期的に見直したり，開発初期段階に明確にする必要がある。価値検討と価値向上の高度化も必要であり，その部分は「新 Collaborate」として検討したい。

また，開発期間短縮に伴い，製品仕様，技術仕様があいまい/全て決まる前に開発に着手しないといけない。そのためには並行開発の高度化，革新にも取り組む必要がある。そのためにはこれまでの部門ミッションの見直しが必要になる。それが「新 Commitment」である。

以上のような新 3C マネジメント推進による，製品・技術の価値貢献と開発スピードアップに取り組みたい。

提言 3『研究／開発プラットフォームは製品／技術／業務の視点で考えたい』

―自社の状況や業界の特性を踏まえて標準化対象を設定する―

従来の個別（事業別／プロジェクト別／個人別）の目標を明確にし，手段の自由度を高めたプロジェクティブな形態での対応が中心の限界感から組織的なサポートの水準が開発マネジメントの成否を分ける状況が多く見受けられるようになってきた。今回の実態調査においても組織的なサポートが効果的と思われる例が垣間見られる。

- ・基礎研究段階での研究開発テーマの中止（やめることへの意思決定が重要）
- ・先行技術・要素開発段階のコンカレント・エンジニアリング推進
- ・新製品研究／新製品開発・設計段階の品質マネジメントシステムの効果的活用
- ・派生品開発・設計／アレンジ開発・コストダウン設計の製品プラットフォーム活用（テーマ件数が増加していても投入工数を効果的に削減）

個別の活動を組織的にサポートする手段のひとつとして研究／開発プラットフォームの構築が挙げられる。ＪＭＡＣでは，研究／開発プラットフォームを「研究／開発を効率的，効果的に推進するための製品／技術／業務の標準化構築」と定義してい

る。

・製品プラットフォーム： 複数製品の研究／開発を見据え，製品のある部分を共通化することで，全ての製品の研究／開発をゼロから開始するよりも品質ばらつき低減，コストダウン，開発期間短縮等を図りやすくし，顧客研究や派生製品増加等へリソースシフトすることで商品魅力度向上を狙う。

・技術プラットフォーム： 将来も含めた主要製品群の共通技術を研究／開発することによる技術開発の効率化，異なる製品の研究／開発を通じての技術力強化を狙う。

・業務プラットフォームは，業務のプロセス，手順，場，手法，ツール等を標準化することにより，業務ばらつきの削減による業務の質向上，手戻りの削減，スピードアップ，工数削減等を狙う。

一方，研究／開発プラットフォーム構築活動においては，製品プラットフォームを規定することにより，スペックアップやコストダウンに限界が生じたりするといったデメリットも考えられるが，下記な活用方法を工夫し，継続的改善を進めたい。

①将来を見据えて標準化対象や使用期間等を設定する

②製品／技術／業務の特性別に分けて標準化する

③顧客視点で魅力度が高く，活用しやすいものにした上で目的や活用方法を教育する

④構築・教育・活用・継続的改善の担当を明確にし，確実な推進を図る

⑤構築，教育，メンテナンスも踏まえて投資対効果を見極める

提言 4『開発力向上のためにリッチスタッフの設置と育成を検討しよう』 —将来を見据えた価値革新と業務効率化の同時支援環境作り—

バブル崩壊後，利益確保のための固定費削減の 1 つの方法として，技術部門においてもスタッフの人員削減を多くの企業で行なってきた。その結果，技術者の付帯業務が増え，本来の開発設計業務に注力しにくくなってきている。また，市場ニーズの把握や，生産拠点の海外移転等にともなう複数拠点の橋渡しといった業務も技術者の仕事の 1 つとされ，ますます技術者が本来の開発設計業務に時間を取れなくなってきている。このような状態では，技術者は，現在の業務をこなすことに精一杯になり，“将

来の技術・製品の価値”を向上することに労力を割けなくなり，結果的に競争力強化につながらないことになる。生産性向上のための改善も必要ではあるが，現状の延長での限界感も強い。そこで，将来の価値を向上させる取組みを加速するために，JMACは“リッチスタッフ”と呼ぶ，将来に向けた革新企画を行うスタッフの設置を推奨している。

リッチスタッフはある意味，革新活動，開発環境の先行開発担当と考えて良い。将来の企業・製品の価値を向上させるためのシナリオをふまえ，開発の担当者に先を見据えた思考をもたせ，行動してもらう。そのための環境作りの支援が主業務となる。当然，中長期で市場の変化，開発環境の変化，競合企業の状況などをふまえ，研究・開発のあり方，協力会社との連携のあり方，製品・技術・サービスの高度化，人材開発等の価値向上のための調査，検討，組織活動展開を実践すべきであるし，また，それを日常化させるための開発環境改善の支援も行っていく必要がある。日常の開発環境整備支援も現場連携のためには必須である。

リッチスタッフには，現状分析力，目標設定力，ファシリテーション力，活動の牽引力スキルが必要であり，積極的に優秀な人材を割り当てるようにしなければならない。

リッチスタッフをラインの技術者から選抜する場合，プロジェクト推進力の低下を恐れ，

・なかなか優秀な人材を登用しにくい

・スタッフの就任期間が長いと現場とのかい離が生じる

という課題もある。そこで，

・中長期をふまえた開発のあり方と人材登用方針検討

・ローテーションの検討

といったことも視野に入れ，活動を進めていくことが必要である。提言 1 で述べたロードマップのリンクした人材登用・育成計画といったものもポイントである。

提言 5『開発関連部門全体での革新力強化が必要』
-「効率化」,「活性化」,「技術力強化／企画力強化」の同時実現に向けて-

多くの企業において，過去 3 年間の事業成長率はプラス傾向にあり，今後も高い成長率を目標に掲げているところも多い。製造業における成長戦略を実現するには高い技術力をベースにおいて展開することが不可欠である。

ところが，開発設計現場の実態は，

・「仕事量が多すぎ，混乱した状態が続いている」

・「先行した技術開発にパワーが割けない」

・「技術蓄積の仕組みが弱く，なかなか技術財産化できない」

等の問題点が解消されていない。この状況を打破する為の革新活動においても，その水準は「危機感は組織的に醸成されているが，革新活動の展開は弱い」状態にある事業所が 8 割に達している。これらのことから，依然，開発目標達成やその先にある事業貢献が難しい状況にあることがうかがえる。

これらの問題を克服し，今後の事業成長を支えていくためには，

①効率化による余力づくり

②業務構造をより前向きな仕事にシフトさせ組織的に活性化させる

③技術ロードマップの明確化や先行開発体制の充実化による技術力強化及び，技術力を核にした新事業や新製品の展開などの企画力強化

という開発力強化活動が重要課題である。従来はまず，効率化からというスタンスでの改善が多かったが，時代背景を考えると①～③の活動内容は同時展開が求められる。

その革新スピードを左右する原動力が組織的な「革新力」である。革新力強化は，

・事業成長の方向性，自分達の役割・ミッションの高度化イメージ，効率化成果の使い方等の革新ビジョン明示

・部課長クラスによる「なぜ変わらなければならないか？」の丁寧な説明と末端への具体的な展開

・短期成果と中長期成果を実現する為の課題の同時検討・展開

・開発関係者全員の先行志向

・革新ビジョンに共感するメンバーからの先行革新着手

といったことがキーポイントである。

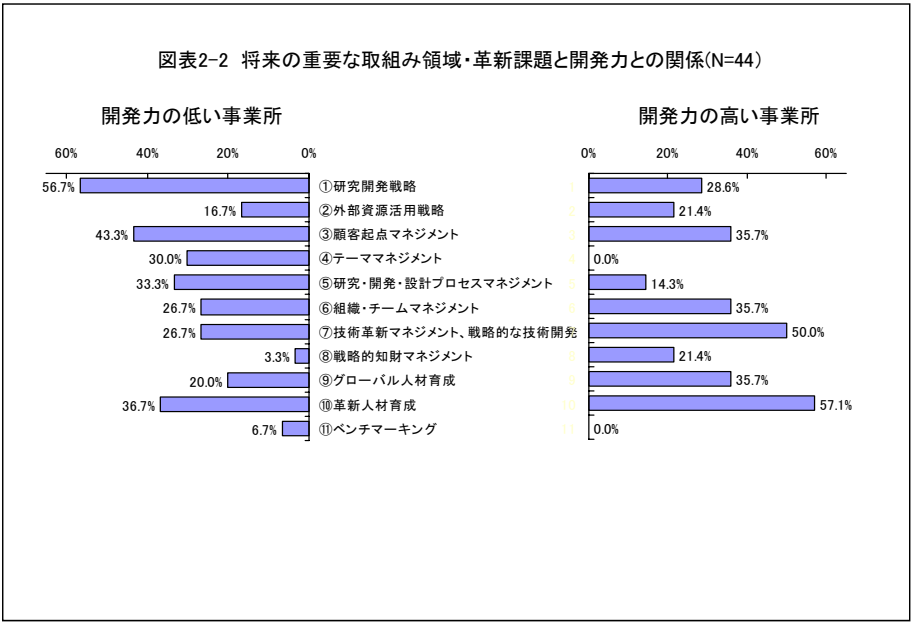
2. 将来の重要な取組み領域・革新課題

2－2. 開発力との関係

今後の重要取組み領域・革新課題で、開発力の高い群では革新人材による組織・チームマネジメント力を活かし、推進力として研究開発設計に取り組む方向が見え出した。戦略的技術開発の実現のために技術ロードマップ等の手法を活用して将来に取組みたい。

開発力が高い群での将来の取組み領域・革新課題として重要と認識しているテーマ、上位3つは「革新人材育成（57.1%）」、「技術革新マネジメント、戦略的な技術開発（50.0%）」、「顧客起点マネジメント（35.7%）」と「組織・チームマネジメント（35.7%）」であった。一方で、重要との認識の低いテーマは「テーママネジメント（0.0%）」、「ベンチマーキング（0.0%）」であった。

次に、開発力の低い群での将来の取組み領域・革新課題として重要と認識しているテーマ、上位3つは「研究開発戦略（56.7%）」、「顧客起点マネジメント（43.3%）」と「革新人材教育（36.7%）」であった。一方、認識での低いテーマは「戦略的知財マネジメント（3.3%）」と「ベンチマーキング（6.7%）」であった。

開発力の高い群では革新人材による組織・チームマネジメントを推進力として研究開発設計に取り組むことが重要との認識を示している。さらに、技術革新マネジメントや戦略的な技術開発、顧客起点マネジメントの重要性も認識されている。今後は、これらの課題を具体的にどうクリアしていくかがポイントになり、その実現には技術ロードマップ等の活用も視野にいれて対応していくことが必要になると思われる。

開発力について～設問より

3．総合開発力について

総合開発力とは、戦略立案･展開力、企画力、技術力、組織力、業務推進力、革新力の総合とJMACでは定義しています。

戦略立案・展開力：事業、商品、技術の各戦略が統合され実践する力
企画力　　　　　：市場動向をにらんだ効果的な商品開発や技術開発テーマを企画する力
技術力　　　　　：商品・技術を開発、具現化するための基盤となる技術力
組織力　　　　　：開発を効率的に進めるための体制、俊敏な組織的連携力
業務遂行力　　　：開発プロセスをスムーズ、スピーディ、効率的に進める力
革新力　　　　　：持続した革新行動を部門全体で行う力

3－1．現状の総合開発力レベルについて

総合開発力の各要素について、レベル1～レベル4の中から該当するレベル1つを選択し回答欄に○印をご記入下さい。

（1）戦略立案･展開力レベルについて（戦略立案･展開力･･･事業･商品･技術の各戦略が統合され実践する力）

レベル	レベルの説明	回答
レベル1	事業、商品、技術戦略が見えない。あるいは部門全体に浸透していない。	
レベル2	部門全体で各戦略を背景も含めて理解しているが、戦略実現に向けた行動は弱い。	
レベル3	戦略実現シナリオに沿った短中長期アクションが実践され、事業成果に確実につながっている。	
レベル4	将来の飛躍につながる中長期的な戦略目標が設定され、事業成果はもちろん、戦略実践過程で確立されたナレッジが蓄積されている。	

（2）企画力レベルについて（企画力･･･市場動向をにらんだ効果的商品開発や技術開発テーマを企画する力）

レベル	レベルの説明	回答
レベル1	自主企画の機能が弱く、他社先行型の企画になっていない。	
レベル2	短期的なマーケティングはうまく機能し、顕在ニーズに合った企画ができている。	
レベル3	技術者自ら市場をウォッチし、潜在ニーズの把握を積極的に行い、他社に先行したシーズ開発により、市場先導型の企画が行われている。	
レベル4	新事業･新市場の検討と、それを創出する新たなコア技術開発テーマが企画され、その有効性について先端顧客と共に共創活動が実施できている。	

（3）技術力レベルについて（技術力…商品や技術を開発・具現化するための基盤となる技術力）

レベル	レベルの説明	回答
レベル1	他社ベンチマークが不十分であり、他社に勝っているのか、負けているかが把握できていない。	
レベル2	全体的に他社同等レベルではあるが、強みとする要素技術はいくつか確立されている。	
レベル3	技術を核にした戦略が立案されており、競合の参入を許さないダントツの差別化技術がプラットフォームとして確立している。	
レベル4	既存事業領域に必要となる要素技術と、新事業・新市場を獲得するための、新たなコア技術が同時に検討され、確立されている。	

（4）組織力レベルについて（組織力…開発を効率的に進めるための体制、俊敏な組織的連携力）

レベル	レベルの説明	回答
レベル1	自部門内はそこそこ上手くいっているが、他部門（製造・営業・品証等）との連携は上手くいっていない。	
レベル2	機能横断的組織連携は特定開発テーマ、重要開発プロジェクトでは上手くいっている。	
レベル3	機能横断的組織連携がほとんどの開発テーマで当たり前に実践され、各機能組織の専門性を自ら積極的に引き出し、製品開発に活かせている。	
レベル4	自ら主体となって、外注先、アライアンス先まで含めた総合力とシナジーが発揮できている。	

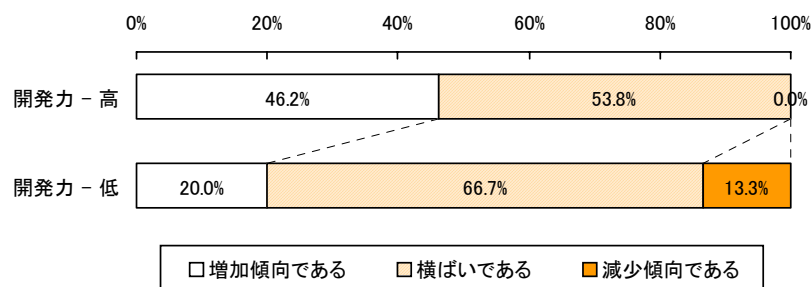
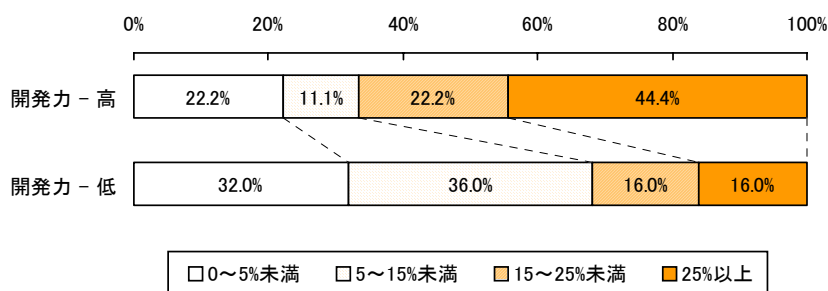
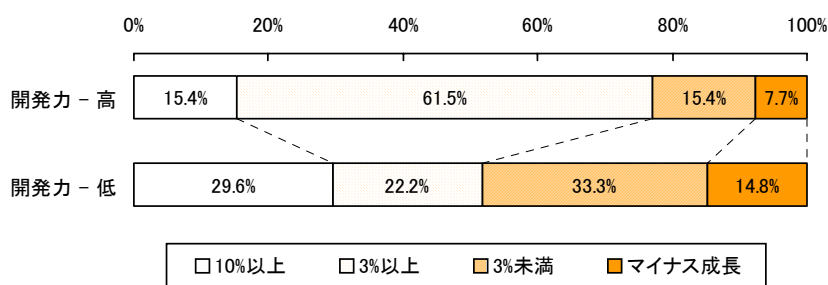
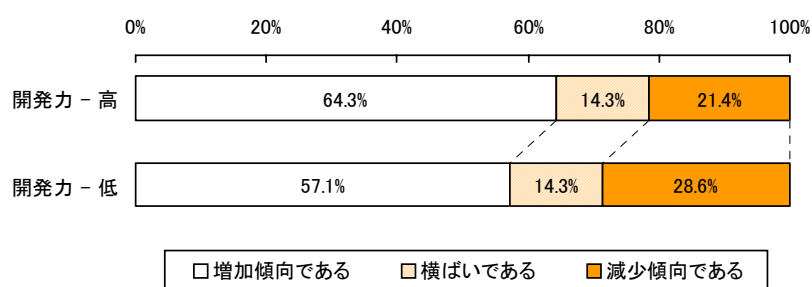
（5）業務遂行力レベルについて（業務遂行力…開発プロセスをスムーズ、スピーディ、効率的に進める力）

レベル	レベルの説明	回答
レベル1	DR、ISO等の管理制度はあるがプロジェクトマネジメントは十分に行われていない。	
レベル2	主要な開発テーマではプロジェクトマネジメントが上手く実践できている。	
レベル3	ほとんどの開発テーマで技術的なリスク低減に向けた、源流段階からの組織横断的業務推進が行われ、開発はスムーズに流れている。	
レベル4	明日、明後日の付加価値向上につながる業務に十分なリソースがかけられ、その成果は、次世代の開発業務の効率化につながっている。	

（6）革新力レベルについて（革新力…持続した革新行動（改善実践）を部門全体で行う力）

レベル	レベルの説明	回答
レベル1	なぜ変わらなければならないかの背景や目的が組織全体として理解されていない。	
レベル2	危機感は組織的に醸成されているが、革新活動の展開は弱い。	
レベル3	「こう変わりたい！」と提案する人材が多数存在し、他者を巻き込みながら革新活動を実践している。	
レベル4	常により高い目標に向け、組織全体でチャレンジし続けており、革新スピード（PDCAサイクルと成果獲得までのスピード）が格段にあがっている。	

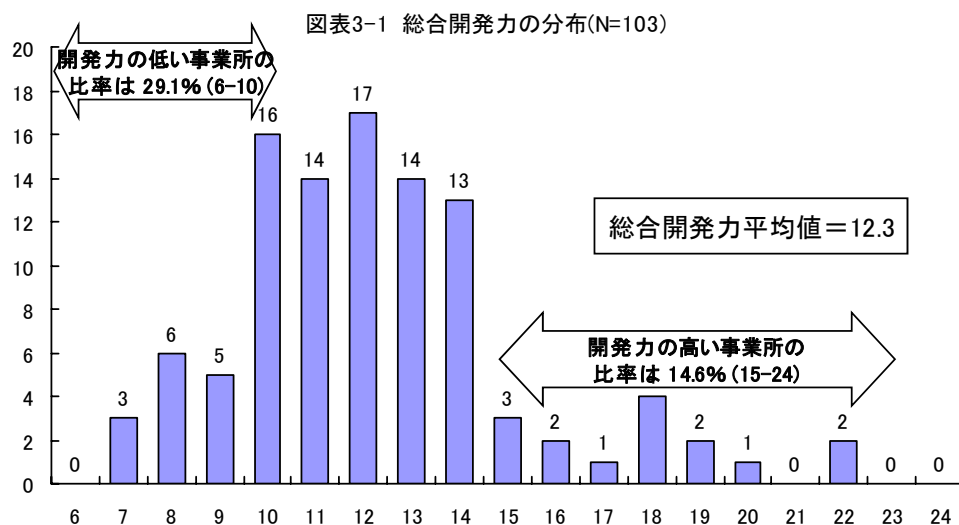
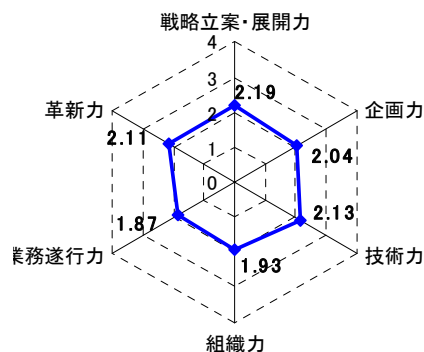
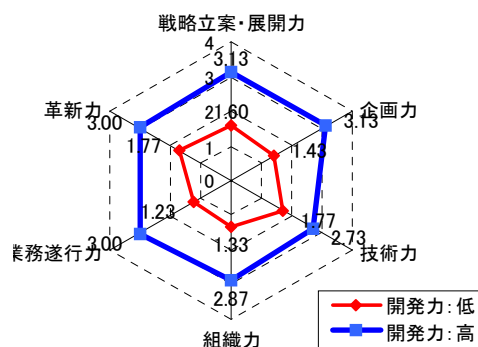
調査結果抜粋

図表1-11 過去3年間の研究開発投資規模の推移と開発力の関係（N=43）
0%
20%
40%
60%
80%
100%
開発力－高
46.2%
53.8%
0.0%
開発力－低
20.0%
66.7%
13.3%
増加傾向である
横ばいである
減少傾向である
図表1-12 新製品売上高比率と開発力の関係（N=34）
開発力－高
22.2%
11.1%
22.2%
44.4%
開発力－低
32.0%
36.0%
16.0%
16.0%
0～5%未満
5～15%未満
15～25%未満
25%以上
図表1-13 売上高成長率と開発力の関係（N=40）
開発力－高
15.4%
61.5%
15.4%
7.7%
開発力－低
29.6%
22.2%
33.3%
14.8%
10%以上
3%以上
3%未満
マイナス成長
図表1-14 収益性の傾向と開発力の関係（N=42）
開発力－高
64.3%
14.3%
21.4%
開発力－低
57.1%
14.3%
28.6%
増加傾向である
横ばいである
減少傾向である

３．開発力

３－１ 現状の総合開発力水準

総合開発力の平均値は12.3 となっている。総合開発力の高い事業所(各要素の合計値が15ポイント以上)は、全体の14.6%存在する。
6つの軸の中では、戦略立案・展開力水準が最も高く(2.19)、業務遂行力水準が最も低くなっている(1.87)。

本調査では、開発力を “戦略立案・展開力”、“企画力”、“技術力”、“組織力”、”遂行力”、“革新力”の6つの軸で考えており、それぞれの合計値を総合開発力としている。総合開発力の平均値は12.3となっている。

開発力の高い事業所と低い事業所で各要素の平均値を比較してみると、業務遂行力(開発力高:3.00／開発力低:1.23)、企画力(開発力高:3.13／開発力低:1.43)で大きな差がある。このことから、新たな開発プロセスの構築、革新的なプロジェクトリーダーの育成、より先を見た仕事が出来る状態づくりが重要となる。

５．開発設計マネジメントの現状と課題

５－３．技術力向上のマネジメント

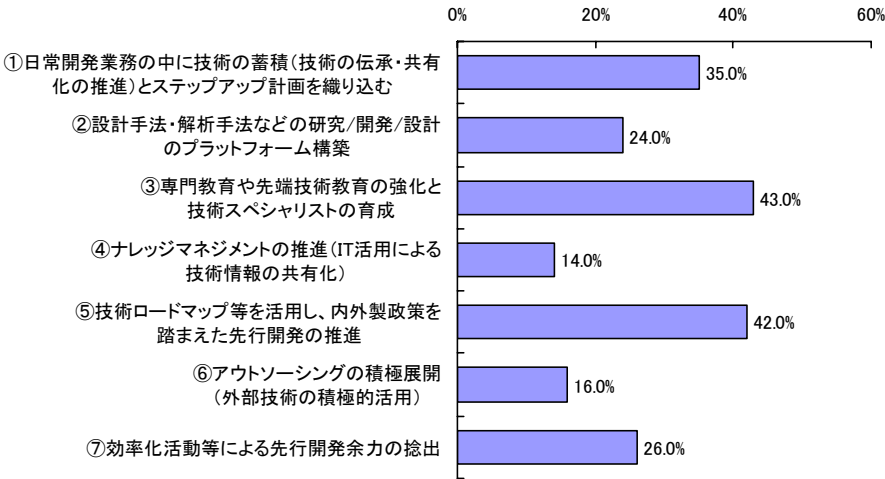
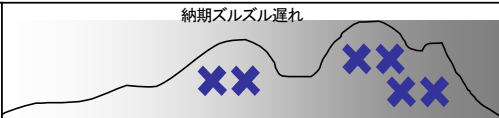
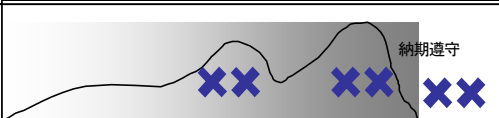
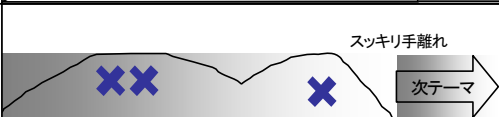
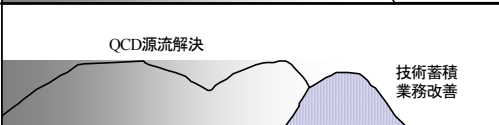
（2）技術力向上のマネジメントにおいて今後重視したいこと

「専門教育や先端技術教育の強化と技術スペシャリストの育成」(43.0%)、「技術ロードマップ等を活用し、内外製政策を踏まえた先行開発の推進」(42.0%)が、今後の課題として重要視されている。

「専門教育や先端技術教育の強化と技術スペシャリストの育成」(43.0%)、「技術ロードマップ等を活用し、内外製政策を踏まえた先行開発の推進」(42.0%)が、今後の課題として上位にきている。

短い開発期間の中で、より高度な技術を確立するために、専門家の育成や技術ロードマップを活用した先行開発の推進がクローズアップされている。

この今後の課題の実現を通じて、開発初期段階の完成度向上にパワーを投入できる体制づくりを考えていきたい。

図表5-11　技術力向上のマネジメントにおける今後の重点課題(N=100)

5．開発設計マネジメントの現状と課題

5－4 開発設計プロセスパターン

「納期がズルズル遅れてしまう」、「何とか納期だけは遵守するが出荷後も混乱状態が続く」というパターンが68.7%を占める。

「納期がズルズル遅れてしまう」、「何とか納期だけは遵守するが出荷後も混乱状態が続く」というパターンが全体で68.7%を占める。

開発力の高い事業所と低い事業所で比較すると明らかに差が出ている。開発力の高い事業所は低い事業所に対して、「納期を遵守しスムーズに開発を完了している」という回答率は約2倍に達している。

図表5-12 開発設計のプロセスパターン （N=79）

1	テーマ（業務）遂行パターン	先行段取り → テーマ（業務）プロセス → 納期	平均	開発力：高	開発力：低
1	ズルズル遅れ型	納期ズルズル遅れ	34.7%	23.6%	43.6%
2	納期遵守混乱型	納期遵守	34.0%	35.7%	32.0%
3	納期遵守手離れ型	スッキリ手離れ / 次テーマ	22.7%	32.9%	15.6%
4	技術蓄積型	QCD源流解決 / 技術蓄積 業務改善	8.7%	7.9%	8.8%
			100.%	100%	100%

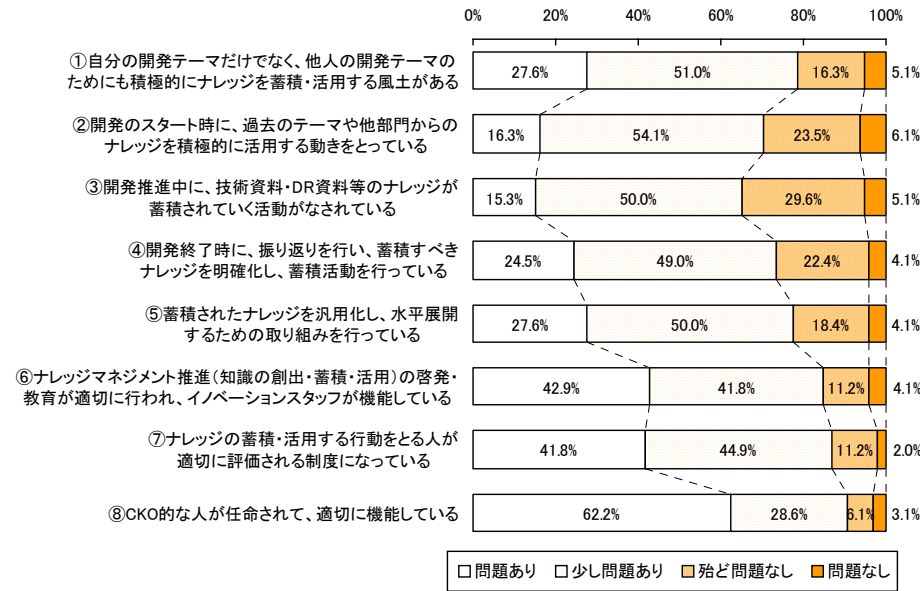
8. 価値創造に向けたR&D革新に向けて

8－4　ナレッジマネジメントの取組み

ナレッジマネジメント推進体制、サポートスタッフについての問題意識が高い。また、ナレッジ蓄積実践者に対する評価システムも課題として上げられている。

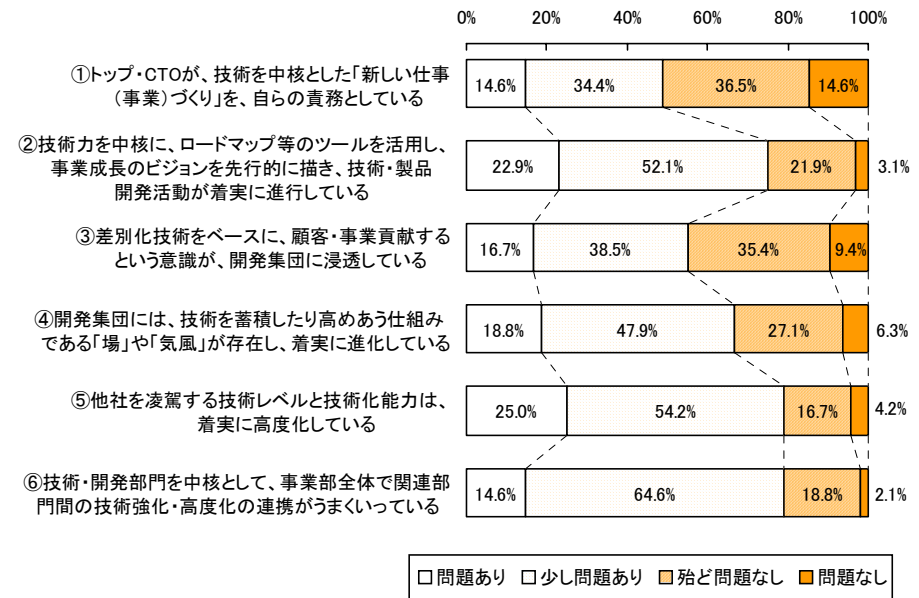
以前よりもナレッジマネジメントに対する関心と必要性の意識が高くなっている。しかし、現状の技術者の多忙な状況をふまえると、ナレッジマネジメント環境を整え、かつインセンティブを含めた仕組み作りを考える支援スタッフの役割がますます重要になってきている。

とはいえ、支援スタッフに対する評価はラインの技術者よりも低い傾向があるため、モチベーション向上のための施策検討が必要である。

CKOの存在は益々重要になっている。

8. 価値創造に向けたR&D革新に向けて

8－6 技術革新マネジメントの取組み

ロードマップ等を活用した事業成長のビジョン作り、技術化能力の進歩は今後の課題と思われる。

目先の研究開発に追われ、中長期視点で研究開発になかなか取り組めていない今日、それを実現するための作戦機能としての技術ロードマップ構築活動が各社でスタートしている。ロードマップの検討にあたっては様々な観点からの検討が必要ではあるが、主要な先進顧客動向とその顧客への貢献価値を検討することは得策であり、成功の早道と思われる。

2.インタビュー・スケジュール

2-1 事例 1: インタビュー・スケジュール

事例 1 に関するインタビュー・スケジュールは下記の通りである。

日付 2007 年	時間	場所 A 社	インタビュー者	インタビュー 概要
11/21	13:30- 17:00	研修センター	設計課長 4 人(システム，ユニット，ソフト，機構) 生産技術担当	これまでの主要プロジェクトの振り返りと DR 実施状況
12/25	9:30- 12:00	研修センター	設計課長 4 人(システム，ユニット，ソフト，機構) 生産技術担当	上記内容の確認，修正
2008 年 2/22	18:00- 21:00	設計部 会議室	方式部長，担当 設計課長 4 人(システム，ユニット，ソフト，機構) 生産技術担当 品質保証課長 ｶｽﾀﾏｰｻｰﾋﾞｽ課長	・ありたい開発プロセスと実現課題 ・モデル・プロジェクトの大部屋検討会実施計画と体制
3/4	18:00- 21:00	設計部 会議室	方式部長，担当 設計課長 4 人(システム，ユニット，ソフト，機構) 生産技術担当 品質保証課長 ｶｽﾀﾏｰｻｰﾋﾞｽ課長	・モデル・プロジェクトの大部屋検討会実施計画と体制
3/25	13:30- 17:30	設計部 大部屋	設計部長，課長，担当 4 人 資材部担当 方式担当 3 人 品質保証担当 生産技術担当	・大部屋#1 での検討事項～前機種との仕様差分，販売戦略，開発戦略，調達戦略，DFx 戦略
4/3	13:30- 17:30	設計部 大部屋	設計部長，課長，担当 4 人 資材部担当	・コンカレント計画と大部屋#2 構想 ・コスト作り込み計画

			方式担当 3 人 品質保証担当 生産技術担当	
4/15	13:30- 17:30	設計部 大部屋	設計部長，課長，担当 4 人 資材部担当 方式担当 3 人 品質保証担当 生産技術担当	・フロントローディング構想
6/13	9:00- 12:00	設計部 大部屋	設計部長，課長，担当 4 人 資材部担当 方式担当 3 人 品質保証担当 生産技術担当	・基本設計終了段階での振り返り

2.2 事例 2: インタビュー・スケジュール

事例 2 に関するインタビュー・スケジュールは下記の通りである。

日付 2007 年	時間	場所 B 社	インタビュー者	インタビュー 概要
5/16	13:30- 17:00	設計部 会議室	設計部長 実装設計課長 構造設計課長 設計担当 2 人 業務改革推進担当	工場製造図面の設計部門/実装構造部門⇒工場部門へのプロセスフロー分析 (3D データ中心)
7/12	14:00- 17:00	設計部 会議室	設計部長 実装設計課長 構造設計課長 設計担当 2 人 業務改革推進担当	上記内容の確認，修正
8/8	13:30- 15:20	設計部 会議室	設計部長 実装設計課長 構造設計課長 設計担当 2 人 生産技術課長 業務改革推進担当	技術ロードマップ構築に必要な情報，3D データの設計－工場間の活用高度化について
9/6	13:30- 16:00	設計部 会議室	設計部長 設計担当 4 人 業務改革推進担当	・技術ロードマップ構築計画 ・大部屋による設計/生産技術連携 DFx 活動について
10/1	15:30- 18:30	設計部 会議室	設計部長 設計担当 4 人 業務改革推進担当	・技術ロードマップ構築計画 ・大部屋による設計/生産技術連携 DFx 活動の経過について
(2008) 1/8	15:30- 17:30	設計部 会議室	設計部長 設計担当 4 人 業務改革推進担当	・技術ロードマップ構築状況 ・大部屋による設計/生産技術連携 DFx 活動の成果・効果，今後のプロセス化について

2-3 事例 3: インタビュー・スケジュール

事例 3 に関するインタビュー・スケジュールは下記の通りである。

日付 2005 年	時間	場所 C 社	インタビュー者	インタビュー 概要
5/16	16:00-17 :00	設計部 会議室	事業部長 設計部長 設計 1 課長，係長 設計 2 課長，係長 生産技術部長，課長 業務課長	・今回のインタビュー主旨説明 ・製品，組織体制概要 ・現状の開発，製造に関する困りごと
7/15	11:00-12 :00	設計部 会議室	設計部長 企画室長 品質保証課長 技術企画課長 業務課長	・これまでの技術ロードマップ構築活動 ・技術ロードマップ内容 ・技術ロードマップの管理体制 ・技術ロードマップが活用し切れていない状況
7/20	13:00-20 :00	研修 ｾﾝﾀｰ	設計部長 設計 1 課長，係長 設計 2 課長， 係長 商品企画課長 営業課長 品質保証課長 業務課長	・技術ロードマップ構築，展開プロセス ・技術ロードマップの各部署の活用状況と問題点 ・技術ロードマップが活用できていない状況原因分析 ・ありたい姿と技術ロードマップの軸, 新技術ロードマップ作成コンセプト
7/25	10:00-12 :00	設計部 会議室	設計 1 課長 設計 2 課長 商品企画課長 技術企画課長 品質保証担当	・7/20 の続き
8/1	10:00-12 :00	設計部 会議室	製造課長	・これまでの製造部門の改善の取り組み ・技術ロードマップ検討への参画状況とありたい姿
8/8	13:00-15	設計部	材料部長	・材料部の目指す先行開発スタ

	:00	会議室		イル ・材料部の技術ロードマップへの関わり
8/23	13:00-15:00	設計部 会議室	設計 1 課長 設計 2 課長 商品企画課長技術企画課長	・技術ロードマップを活用した革新計画
(2006) 11/16	14:00-17:00	設計部 会議室	設計 1 課長 設計 2 課長 業務課長 技術企画課長	・技術ロードマップ運用状況と成果・効果

2-4 事例 4: インタビュー・スケジュール

事例 4 に関するインタビュー・スケジュールは下記の通りである。

日付 2007 年	時間	場所 D 社	インタビュー者	インタビュー 概要
5/10	13:00-17 :00	設計部 会議室	設計統括部長 電気設計部長， 課長，係長 ソフトウェア設 計部長，課長， 係長 機構設計部部 長，課長，係長 生産技術部長， 課長 品質保証部，課 長	・今回のインタビュー主旨説明 ・製品，組織体制概要 ・現状の開発，製造に関する困 りごと ・振り返り分析１
5/11	13:00-17 :00	設計部 会議室	電気設計課長， 係長 ソフトウェア設 計課長，係長 機構設計，課長， 係長 生産技術部課長 品質保証部課長	・振り返り分析２ ・革新プラン
9/3	13:00-20 :00	研修 ｾﾝﾀｰ	電気設計課長， 係長，担当 ソフトウェア設 計課長，係長， 担当 機構設計，課長， 係長，担当 生産技術部課長 品質保証部課 長，担当	・基本設計，詳細設計工程振り 返りと知識化
12/6	10:00-17 :00	設計部 会議室	電気設計課長， 係長，担当 ソフトウェア設 計課長，係長，	・全体工程振り返りと知識化

			担当 機構設計，課長，係長，担当 生産技術部課長 品質保証部課長，担当	

活動を通じての参加者の声

・取扱説明書を設計段階から作成するというアイデアは思いつかなかった（設計担当）。

・実機がない中で仮想取扱説明書を作成するには，相当な仕様理解スキルと仮想スキルが必要であり，経験の蓄積が必要と感じた。そのためのスキルアップ教育は必須である（品質保証担当）。

・これまでもフロントローディングを十分行っていたと思い込んでいたので，本プロジェクトでこのような成果が得られるとは思わなかった。まだまだやれることはたくさんあるとわかった（電気プロジェクト・リーダー）。

・このような取り組みを商品開発テーマでトライすることはとても大事である。本取り組みの課題として挙がったミッションの見直しと組織体制の再考に早急にトライしたい（開発設計部長）

・振り返り分析と設計変更に分析視点と正しいデータを準備，持ち込まないとうまく分析できないことが改めてわかった（技術管理担当）。

謝辞

本研究を進めるにあたっては，様々な方々のご支援をいただいた。まず，北陸先端科学技術大学院大学の梅本勝博教授に深く感謝したい。筆者は社会人学生であり，全国，海外を飛び回る職業であるため，なかなか研究に費やす時間が取れず，また石川に通う時間が取れなかったにも関わらず，東京，電話，メールにてレビュー，アドバイスのお時間を取っていただいたことは筆舌にも尽くせない感謝をしている。筆者はこれまで学術論文を書くという機会もあまり無かったこともあり，研究の進め方，論文の書き方等，学術のお作法を一から学ばねばならなかったことにもたくさんのアドバイスをいただき，それが博士論文の完成につながっている。

近藤修司教授には JMAC 入社当時からお世話になっていることはもちろん，修士課程から温かくご指導いただいたことに大変感謝している。特に博士課程に入ってからは業務多忙のため，研究が進まなかったにも関わらず，いつも応援していただき，ここまでやっと辿り着かせていただいた。

また，故亀岡秋男教授，井川康夫教授，遠山亮子教授には修士課程時代より，ご指導していただいたことに感謝している。國藤進教授には KICSS，日本創造学会をご紹介いただき，アユタヤでもお世話になった。MOT 第 1 期生としてこのような様々な場面をいただいたことが，社会人学生としてのモチベーションを継続することにつながったと思っている。

㈱ 日本能率協会コンサルティング，㈱ JMA ホールディングスの諸先輩，同僚にも大変感謝している。社会人学生になることを秋山守由 JMA ホールディングス社長，浅野隆 JMAC 社長，大岩和男 FMIC 社長，鈴木亨 JMAC 取締役には応援していただいた。また，旧技術・開発革新本部のメンバー，特に UC メンバーの細矢泰弘さん，渡部訓久さん，塚松一也さん，鬼束智昭さん，旧開発設計革新/グローバル開発革新チームのメンバーには日頃からコンサルティング，研究会の場でもたくさんの気付きをいただき感謝している。

事例研究においては A 社，B 社，C 社，D 社の皆様にご協力いただいた。今後も日本のものづくりが革新し続けていくことを一緒に考えさせていただきたいと思っている。

論文の審査にあたっては，内部審査員である近藤修司教授，井川康夫教授，神田陽

司教授，伊藤泰信准教授，そして外部審査員の平田透・金沢大学教授から貴重なアドバイスをいただいた。心より御礼申し上げます。

また，JAIST の学友，事務方の皆様には，修士課程の頃から，授業，ゼミ他を通じて，有意義なディスカッション，ご相談にのっていただき，大変感謝しております。

最後に，筆者の長期に渡る社会人大学院生活への取り組みを応援して下さった多くの仕事仲間，友人，そして何より家族，妻，母，弟，妹に，感謝の言葉を贈りたい。